

**Klinisch und mikromorphologisch kontrollierte 2-Jahres-Studie zur  
Therapiesicherheit bei Zahnhalsdefekten**

**Dissertation  
Zur Erlangung des akademischen Grades**

doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät  
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

**von Juliane Engelmann  
geboren am 22.09.1977 in Bad Langensalza**

### **Gutachter**

- 1. Prof. Dr. I. Hoyer**
- 2. PD Dr. U. Langbein**
- 3. Prof. Dr. E. Beetke**

**Tag der öffentlichen Verteidigung: 01.02.2005**

# **Inhaltsverzeichnis**

## **Zusammenfassung**

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Einleitung</b>                                       | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Zielstellung</b>                                     | <b>12</b> |
| <b>3.</b> | <b>Material und Methode</b>                             | <b>13</b> |
| 3.1       | Patientenauswahl und Untersuchungsgruppen               | 13        |
| 3.2       | Restaurationsmaterialien (Tetric® Ceram; Compoglass® F) | 16        |
| 3.3       | Präparation und Füllungsanlage                          | 18        |
| 3.3.1     | nichtkariöse, keilförmige Defekte                       | 18        |
| 3.3.2     | kariöse Defekte   | 20        |
| 3.4       | klinische Kontrollen                                    | 23        |
| 3.5       | mikromorphologische Kontrollen                          | 26        |
| 3.6       | statistische Auswertung                                 | 30        |
| <b>4.</b> | <b>Ergebnisse</b>                                       | <b>31</b> |
| 4.1       | Ergebnisse der klinischen Kontrollen                    | 31        |
| 4.1.1     | nichtkariöse, keilförmige Defekte                       | 32        |
| 4.1.2     | kariöse Defekte   | 38        |
| 4.2       | Ergebnisse unter Split-mouth-Berücksichtigung           | 51        |
| 4.3       | Ergebnisse der mikromorphologischen Kontrollen          | 54        |
| 4.3.1     | nichtkariöse, keilförmige Defekte                       | 54        |
| 4.3.2     | kariöse Defekte   | 62        |
| 4.4       | Statistische Auswertung der Ergebnisse                  | 79        |
| <b>5.</b> | <b>Diskussion</b>                                       | <b>80</b> |
| <b>6.</b> | <b>klinische Schlussfolgerung</b>                       | <b>90</b> |
| <b>7.</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>                             | <b>91</b> |
| <b>8.</b> | <b>Anhang</b>   |           |

## Zusammenfassung

Im Rahmen einer klinisch kontrollierten 2-Jahres-Studie (intraoraler Vergleich) wurden ein Feinpartikel-Hybrid-Komposit (Tetric® Ceram) und ein Kompomer (Compoglass® F) bezüglich der Therapiesicherheit in kariösen und nichtkariösen Zahnhalsdefekten untersucht.

32 Patienten im Alter von 31-63 Jahren mit mindestens zwei kariösen und/oder nichtkariösen Läsionen im Zahnhalsbereich wurden in die Studie involviert. Pro Patient kamen bei der gleichen Defektart immer beide Materialien zum Einsatz. Bei den kariösen Läsionen (n=64) erfolgte die Kavitätenpräparation retentiv-mikroretentiv. Die keilförmigen Defekte (n=33) erhielten eine rein adhäsive Versorgung. Bei allen Kavitäten erfolgte die Applikation des Adhäsivsystems Syntac® Classic vor der Insertion der Füllungsmaterialien.

Die klinischen Kontrollen fanden sofort nach Füllungslegung sowie nach 6, 12 und 24 Monaten statt. Die Bewertung erfolgte anhand der C-Kriterien (**c**-clinical) des CPM-Index, die die Kriterien „anatomische Form“, „Farbverhalten“, „Oberflächenqualität“, „Randschluss“, „Abrasion“, „Stufenbildung“, „Verfärbungen des Füllungsrandes“ und „Klinische Akzeptanz“ enthalten (Codierung 0 bis 5).

Zur weiteren Objektivierung der klinischen Befunde bezüglich des Oberflächen- und Randverhaltens erfolgte anteilig eine mikromorphologische Kontrolle (REM) mittels Replikas. Die Replikationen fanden sofort nach Füllungsanlage, nach 6 und 24 Monaten statt. Die mikromorphologische Beurteilung erfolgte mit Hilfe der M-Kriterien (**m**-micromorphological) des CPM-Index. Diese beinhalten „Oberflächenrauigkeit“, „Oberflächentextur“, „Randschluss“, „Füllungsüberschüsse“, „Randabbrüche“, „negative Stufenbildung“, „Mikroleakage und Randspalten“ sowie „Weitere Randimperfectionen“ (Codierungen 0 bis 3).

Die Füllungen der *nichtkariösen, keilförmigen Defekte* zeigten die höchste Verlustrate mit 6 Tetric® Ceram- und 5 Compoglass® F- Füllungen fast ausschließlich innerhalb der ersten 12 Monate Liegedauer.

Klinisch war nach 2 Jahren der Randschluss der 22 noch in situ befindlichen Füllungen bei beiden Materialien gut. Bei 77,8% der Kompositfüllungen war maximal 1/3 des Gesamtumfanges sondierbar (Code 1). Bei den Kompomerrestorationen traten vergleichsweise häufiger negative Stufen und



Füllungsüberschüsse auf. Mikromorphologisch nachweisbare Randabbrüche traten bei Tetric® Ceram nur in geringem Umfang auf.

Während der gesamten Untersuchung konnte bei den Restaurationen der nichtkariösen Defekte weder klinisch noch mikromorphologisch ein Randspalt nachgewiesen werden, auch Mikrolücken (Mikroleakage) traten nur vereinzelt auf. Im Kontrollzeitraum kam es auch in keinem Fall zu einer Sekundärkaries. Die klinische Akzeptanz war nach 2 Jahren noch bei allen 22 Restaurationen gegeben.

Die Restaurationen der *kariösen Läsionen* zeigten im gesamten Untersuchungszeitraum sowohl klinisch als auch mikromorphologisch die besseren Resultate. Insgesamt konnten 59 Füllungen kontinuierlich über 2 Jahre kontrolliert werden. Im Kontrollzeitraum kam es zu 5 Füllungsverlusten. Zur Abschlussuntersuchung wiesen 46,2% der Komposit- und 38,7% der Kompomerfüllungen klinisch noch einen perfekten Randschluss (Code 0) auf. Über den gesamten Kontrollzeitraum blieb die gute Farbadaptation an das umliegende Zahnhartgewebe bei 82,1% der Kompositrestaurationen und bei 64,5% der Kompomerfüllungen erhalten.

Auch bei den Restaurationen der kariösen Defekte war im gesamten Untersuchungszeitraum weder klinisch noch mikromorphologisch ein Randspalt nachweisbar. Ebenso war keine Sekundärkaries diagnostizierbar. Zum Abschluss der Studie konnten noch alle 59 Restaurationen der kariösen Läsionen als klinisch akzeptabel bewertet werden.

Die Ergebnisse zeigen keine signifikanten materialspezifischen Unterschiede zwischen Tetric® Ceram und Compoglass® F. Die festgestellten graduellen Differenzen lassen für das Komposit Vorteile vor allem in den Kriterien Farbverhalten und Verfärbungen des Füllungsrandes erkennen. Die relativ hohe Verlustrate bei den Restaurationen der nichtkariösen Defekte ist mit Sicherheit dem klinisch-methodischen Vorgehen sowie der Sensitivität des Adhäsivsystems anzulasten und nicht der Materialauswahl. Beide Materialien sind für die definitive Therapie bei Zahnhalsläsionen geeignet.

## 1. Einleitung

Im Ergebnis einer verstärkten primären Prävention und durch die zunehmenden Erfolge einer systematischen Endodontie ist zu erwarten, dass immer mehr Patienten ihre Zähne bis ins höhere Lebensalter behalten werden, gleichzeitig aber auch die Kariesverbreitung, insbesondere an den Zahnhälsen, zunehmen wird. Mit steigendem Alter kommt es zur Retraktion der Gingiva und damit zur Freilegung des Zahnhalses im Wurzelbereich. Somit ist dieser Bereich bezüglich der Entstehung einer Karies gefährdet. Aber auch nichtkariöse Läsionen, wie Erosionen, Attritionen und Abrasionen, sind im Zahnhalsbereich häufig anzutreffen.

Kennzeichnend für die Region im Bereich des Zahnhalses ist das Ineinanderübergehen der drei Zahnhartgewebe: Schmelz, Zement und Dentin. Sie stellt einen Schwachpunkt des oralen Systems dar (Berger-Orsag 1996). Der Zahnhalsbereich weist sowohl im Schmelz als auch im Zement einige Besonderheiten auf. Die Schichtdicke des Schmelzes ist in diesem Bereich gering und nach zervikal abnehmend. Auch ist er weniger mineralisiert und prismenfrei. Am Zahnhals befindet sich eine Anhäufung von Mikroporositäten und eine dichte Anordnung von Perikymatien. Dies alles führt zu einer verminderten Resistenz gegenüber chemischen, mechanischen und mikrobiellen Noxen (Lehmann und Schmeisser 1995).

Der Zement ist im Bereich des Zahnhalses sehr dünn, weist eine geringere Härte als im Wurzelbereich auf und zeigt eine erhöhte Permeabilität (Klimm und Graehn 1993). Nach Schroeder (1987) handelt es sich weiterhin überwiegend um azellulären Fremdfaserzement.

Je nach Lokalisation wird die Karies in dieser Region in eine zervikale Schmelzkaries und eine Zement-(Dentin-) Karies, Wurzelkaries, unterteilt.

Die zervikale **Schmelzkaries** ist in ihrer Ätiopathogenese und Klinik mit der koronalen Schmelzkaries identisch. Sie ist eine Glattflächenkaries und entsteht durch Plaqueakkumulation unterhalb des Zahnäquators.

Die **Wurzelkaries** kann überall auf der Wurzeloberfläche nach Verlust des bindegewebigen Attachments entstehen. Voraussetzung für die Entstehung

einer Wurzelkaries ist die Freilegung der Wurzeloberfläche durch Gingivaretraktion. Da eine freiliegende Wurzeloberfläche im Vergleich zum Schmelz rauer ist, kann sich Plaque hier leichter anlagern und die Entstehung einer Karies begünstigen. Effektive Prophylaxeprogramme in den letzten Jahren haben auch die Lokalisation der Karies gegenüber der Vergangenheit verändert. Degenerative Prozesse und Gingivarezessionen als Folge parodontaler Entzündungen exponieren Wurzeldentin vor allem in älteren Patientenpopulationen. Diese sind dann anfällig für Wurzelkaries und auch für Zahnhalskaries im kritischen Bereich der Schmelz-Zement-Grenze.

Als **Erosion** wird ein indolenter, flächenhafter, chronisch ablaufender Verlust von Zahnhartsubstanz bezeichnet, der durch das Einwirken exogener Säuren oftmals verbunden mit mechanischer Substanzabtragung verursacht wird (Osborne-Smith et al. 1999). In der Anfangsphase wird der Schmelz demineralisiert und durch Progression schließlich die Schmelz-Zement-Grenze erreicht. Es wechseln sich aktiv-progrediente und ruhend-latente Phasen ab, wobei in den aktiven Phasen täglich mehr als 1 µm Schmelz abgetragen werden kann.

Die Ursachen für Erosionen werden in einer diätischen Säureaufnahme, systemischen Erkrankungen, einer externen Säureeinwirkung und abweichenden Speichelparametern gesehen. Eine säurebedingte Progredienz der Erosionen fanden sowohl Nolden (1985) als auch Osborne-Smith et al. (1999). Es konnte gezeigt werden, dass Erosionen und Abrasionen über die Zeit fortschreiten, wenn keine präventiven Maßnahmen getroffen werden (Lussi und Schaffner 2000). Es können dann eine Gefährdung der Pulpa und Zahnfrakturen entstehen.

**Attrition** wird definiert als Abrieb der Zahnhartsubstanzen durch direkten Kontakt antagonistischer oder benachbarter Zahnflächen. Die antagonistischen Kontakte entstehen z.B. beim Kauen und Schlucken. Attrition ist eine spezielle, physiologische Form der Abrasion mit meist geringem Zahnhartsubstanzverlust. Eine Reihe von Faktoren führen jedoch zu wesentlich ausgeprägteren, pathologischen Abrieberscheinungen. So verleiten psychogene Ursachen wie

Stress u.a. Patienten zu häufigen und langanhaltenden Zahnkontakten, die oft mit Knirschen und Pressen (Parafunktionen) verbunden sind.

**Physiologische Abrasion** ist ein kontinuierlicher geringer Verlust von Schmelz, der durch das omnivore biologische Ernährungsmuster vorgegeben ist. Durch die moderne Ernährung findet die biologische Abrasion meist nicht mehr statt. Dafür sind pathologische Folgen häufiger. **Pathologische Abrasionen** entstehen teilweise durch Reibung der Zähne aneinander (Attrition), hauptsächlich jedoch durch Fremdkörperabrieb. Besonders ausgeprägt ist der okklusale Verlust dann, wenn zusätzlich ein Säureeinfluss vorliegt. Ursächlich spielt auch Bruxismus eine Rolle, wobei durch Fehlbelastungen und Zwangshaltung des Unterkiefers Schliffacetten entstehen. Diese zeichnen sich durch eine attritive, glänzend-polierte Oberfläche aus. Ihre Lokalisation weicht vom normalen Muster der individuellen Mastikationsbewegung ab. Neben den genannten Abrasionsvorgängen gibt es Abrasionen durch Mundhygienemaßnahmen. Dabei sind Zahnpasten mit stark abrasiven Putzkörpern in Verbindung mit falscher Putztechnik die Hauptursache (Gängler 1995, Hellwig et al. 1995).

**Keilförmige Defekte** sind sich chronisch entwickelnde Zahnhartsubstanzverluste, die vorrangig vestibulär an der Schmelz-Zement-Grenze der bleibenden Zähne lokalisiert sind. Sie entstehen vornehmlich an prominent stehenden Zähnen und entwickeln sich zunächst als kleine rillenförmige Usuren am Übergang von Schmelz zum Dentin. Die Oberfläche erscheint wie „glatt poliert“ und ist hart. Der „Keil“ ist nicht symmetrisch gegen die Zahnachse gerichtet, sondern die koronal-inzisal gelegene Fläche steht nahezu senkrecht zur Zahnängsachse, wohingegen die gingivale Fläche um ca. 45° geneigt ist. Der Beginn am Zahnhals ist für keilförmige Defekte charakteristisch, da diese Region morphologisch und strukturell für mechanischen Abrieb anfälliger als andere Abschnitte der Schmelz bedeckten Zahnkrone ist. Voraussetzung für die Entstehung solcher Defekte ist die Freilegung der Schmelz-Zement-Grenze durch Gingivarezessionen (Nolden 1985, Frank 1993).

Als Ursache der keilförmigen Defekte wird ein „multifaktorielles Geschehen“ vor allem eine mechanische Abrasion durch unsachgemäße Zahnpflege, d.h. horizontales Bürsten mit scharfkantigen Zahnbürsten-Borsten (Osborne-Smith et al. 1999) und abrasiver Zahnpasta, angesehen. Weiterhin kommt es zu elastischen Verformungen des Zahnes im Zahnhalsbereich, die laut Helfgen et al. (2001) durch exzentrische Kontakte ausgelöst werden können. Die Gefahr des Substanzverlustes durch Abrasion ist bei säuregeätztem Schmelz wesentlich größer als bei gesundem Schmelz (Lussi und Jaeggi 2002). Schweizer-Hirt et al. (1978) und Addy und Dowell (1983) sehen die Ursache in einer Kombination aus Erosion und Abrasion.

Bei keilförmigen Defekten ist eine signifikante Linksdominanz im Zusammenhang mit überwiegender Rechtshändigkeit zu beobachten (Klimm und Graehn 1993). Die Risikogruppen zeichnen sich durch ein ausgeprägtes Gesundheitsbewusstsein verbunden mit teils exzessiver Mundhygiene aus (Lussi und Jaeggi 2002).

Die Prävalenz der nichtkariösen, keilförmigen Zahnhalsdefekte ist im Steigen begriffen. Bei den 35-44jährigen Erwachsenen liegt sie bereits bei 42,1%, bei den Senioren (65-74jährig) sogar bei 46,3%. Im Durchschnitt konnten bei 2,2 bzw. 2,5 Zähnen bei den Erwachsenen bzw. Senioren derartige Defekte gefunden werden. Männer entwickeln im zunehmenden Alter eine signifikant höhere Prävalenz als Frauen (Schiffner et al. 2002).

Zervikale kariöse Defekte bedürfen grundsätzlich einer Therapie, die meist invasiv ist. Nichtkariöse Läsionen müssen nicht immer invasiv therapiert werden. Entscheidend hierfür ist der Grad der Läsion und die Schmerzsymptomatik.

Der Zahnhalsbereich ist nicht nur ein Schwachpunkt des oralen Systems in Hinblick auf die topographische Lage und die strukturellen Besonderheiten der Zahnhartgewebe, sondern auch bei der Therapie sind wichtige Punkte zu beachten. Zum einen stellt die enge räumliche Beziehung zum Pulpenkavum ein Problem dar, was bereits Franke (1965) mit einem erhöhten Risiko der artifiziellen Eröffnung der Pulpa beschrieb. Zum anderen liegen diese Defekte meist im Bereich der Schmelz-Zement-Grenze. Diese Gegebenheit macht es dem Zahnarzt fast unmöglich die anatomische Situation genau zu

rekonstruieren (Roulet 1986). Zahnhalsläsionen liegen gingivanah bzw. stehen im Kontakt mit der Gingiva. Diese Tatsache macht sowohl die Kavitätenpräparation als auch die spätere Versorgung problematisch. Da Zahnhalsfüllungen stets im Bereich der frühen Plaquebildung lokalisiert sind, treffen Füllungsrand und bevorzugte Plaqueretentionsstellen hier immer aufeinander. Die Trockenlegung mit Kofferdam gestaltet sich im Zahnhalsbereich schwierig, weshalb meist auf dessen Anwendung verzichtet werden muss (Roulet 1986). Dies bereitet vor allem dann Schwierigkeiten, wenn als Restaurationsmaterial ein Komposit zur Anwendung gelangen soll. Da die Kavität im Zahnhalsbereich auf der einen Seite oft nicht von Schmelz, sondern von Zement oder Dentin begrenzt ist, lässt sich die Säure-Ätz-Technik nicht optimal einsetzen. Mangels echter Dentinhaftung muss die Kavität derart gestaltet werden, dass im Schmelzbereich eine Adhäsionspräparation angestrebt wird, während im zervikalen Teil der Kavität konventionell präpariert werden muss (Roulet 1986). Komposite und auch Kompomere unterliegen immer einer Polymerisationsschrumpfung. Sie schrumpfen zum Schmelz hin. Das Resultat sind häufig Randspalten im zervikalen Bereich, welche sich klinisch als Braunverfärbungen dokumentieren.

Bereits seit 3 Jahrzehnten werden **Komposite** in der restaurativen Zahnheilkunde verwendet. Heute kommen hauptsächlich *Hybrid-Komposite* zur Anwendung. Diese wurden Mitte der 80er Jahre auf dem Markt eingeführt. Sie enthalten Makro- und Mikrofüller und weisen deshalb sowohl eine bessere Abrasionsresistenz (Krämer et al. 1996) als auch eine verbesserte Verschleißfestigkeit im Vergleich zu den Mikrofüller-Kompositen auf (Bauer et al. 1995). Eine Weiterentwicklung der Hybrid-Komposite stellen die *Feinpartikel-Hybrid-Komposite* dar. Diese befinden sich etwa seit 1990 auf dem Markt und stellen heute das Mittel der Wahl für alle Kavitätenklassen (I-V) dar. Sie besitzen kleinere Makrofüller (1-3 µm) und einen höheren Füllstoffgehalt (82,0 Gew.%). Eine verbesserte Ästhetik wird durch ihre gute Polierbarkeit und die schmelzähnliche Transparenz gewährleistet. Zudem weisen diese Komposite eine hohe Verschleißfestigkeit, Volumenkonstanz sowie Farbstabilität auf und zeigen gute physikalische Eigenschaften (Hickel 1994). Während der Begriff „Hybrid-Komposit“ primär die Zusammensetzung aus unterschiedlichen

Füllkörpern beschreibt, gibt er hinsichtlich einer Klassifizierung auch die mittlere Füllkörpergröße der enthaltenen Makrofüllkörper wieder. Werden bei dem Oberbegriff „Hybrid-Komposit“ mittlere Füllkörpergrößen von bis zu 10 µm zusammengefasst, enthält ein „Feinpartikel-Hybrid-Komposit“ Füllkörper bis zu 5 µm Korngröße, ein „Feinstpartikel-Hybrid-Komposit“ bis zu 3 µm und ein „Submikrometer-Hybrid-Komposit“ eine mittlere Füllkörpergröße von unter 1 µm.

In den letzten Jahren wurden modifizierte Komposite vorgestellt, bei denen vor allem die Füllstoffe bezüglich ihrer Menge variierten. Hierzu zählen die *fließfähigen Komposite* und die *stopfbaren („packable“)- Materialien*.

Nicht nur Weiterentwicklungen, sondern auch Neuentwicklungen sind in den letzten Jahren zu verzeichnen. Dazu zählen die *Ormocere* und die *Polygläser*. *Ormocere* enthalten als Matrix ein anorganisches Polymernetzwerk aus Polysiloxanen mit polymerisierbaren Methacrylat-Gruppen. *Polygläser* weisen polyglobuläre Füllstoffe (Durchmesser bis zu 20 µm) auf, die aufgrund ihrer schwammartigen Struktur für Monomere penetrierbar sind. Die organische Matrix besteht aus multifunktionellen Methacrylsäureestern. Über die Indikation und die Therapiesicherheit all dieser Weiter- und Neuentwicklungen müssen mittelfristige klinische Studien noch entscheiden.

Die Grundlage für die Adhäsivtechnik in der restaurativen Therapie wurde 1955 von Buonocore mit der Einführung der Schmelzätztechnik gelegt. Die Säure-Ätz-Technik ist seit Jahrzehnten in der Komposittherapie etabliert und hat sich in den letzten Jahren nur bezüglich der Verkürzung der Ätzzeit verändert. Die adhäsive Verbindung von hydrophoben Kompositmaterialien und hydrophilem Dentin gestaltet sich hingegen erheblich schwieriger. Die eigentliche Haftung erfolgt über die Etablierung einer Hybridschicht. Diese stellt eine „Mischstruktur“ aus demineralisiertem Dentin und mit den Monomeren infiltrierten Hohlräumen, die kurz nach der Konditionierung entstanden sind, dar. Die aktuell auf dem Dentalmarkt angebotenen Bondingssysteme unterscheiden sich in ihren Strategien, die Schmierschicht aufzulösen bzw. zu entfernen. Entweder arbeiten sie mit selbstkonditionierenden Monomerlösungen oder mit Phosphorsäure-Ätzung im Sinne der Totalätztechnik.

Das Prinzip der Totalätztechnik ist die Entfernung der Schmierschicht durch Applikation einer Phosphorsäure. Je nach Anzahl der Arbeitsschritte gibt es die Drei-Schritt- und die Zwei-Schritt-Applikation. Bei letzterer sind die Funktionen des Primers und des Adhäsivs in einer Lösung zusammengefasst. Die Vorteile liegen in einer Vereinfachung der Anwendung und dem geringeren Zeitbedarf. Allerdings sind bei Haftfestigkeitsmessungen geringere Haftwerte im Vergleich zu den Drei-Schritt-Systemen gefunden wurden.

Das eine gute Dentinhaftung auch ohne Phosphorsäure-Ätzung erzielt werden kann, ist von den selbstkonditionierenden Dentinprimern bekannt, die neben hydrophilen Monomeren auch 0,8 bis 4 Prozent Maleinsäure enthalten. Die säurehaltigen Primer lösen die Schmierschicht auf und legen im darunter liegenden Dentin Kollagenfasern frei. Simultan dazu findet die Infiltration der Monomere statt, so dass ein ungeschütztes Kollagenfasergeflecht im Gegensatz zur Totalätztechnik erst gar nicht entsteht. Auch hier lassen sich nach Anzahl der Applikationsschritte zwei Hauptgruppen unterscheiden. Erstens die selbstkonditionierenden Systeme mit getrennter Applikation von Primer und Adhäsiv und zweitens selbstkonditionierende Primer-Adhäsive (All-in-one-Adhäsive). Diese Bondingssysteme sind im Vergleich zur Totalätztechnik weniger technikintensiv und behandlerunabhängig. All-in-one-Adhäsive waren bis jetzt meist weniger wirksam als Totalätzsysteme oder selbstkonditionierende Systeme mit Zwei-Schritt-Applikation (Haller und Blunck 2003).

Die **Kompomere** wurden 1993 auf dem Markt eingeführt. Bei den Kompomeren handelt es sich chemisch um Mischungen aus Kompositen und Glasionomorzementen.

Die Einkomponentensysteme enthalten „lichtpolymerisierbare“ Monomere und Fluorosilikatgläser, aber kein Wasser. Die Härtung erfolgt auf zweifache Weise, primär durch Lichtpolymerisation an die sich später durch Wasseraufnahme eine minimale Säure-Basen-Reaktion anschließt. Da Kompomere vornehmlich eine organische Matrix aufweisen und somit weitgehend Kompositen entsprechen, werden sie auch seit einigen Jahren nicht mehr wie ursprünglich als selbst ständige Materialklasse gesehen, sondern als Untergruppe zu den Kompositen gezählt (Hickel 1997).



Kompomere setzen Fluoride frei, aber in weit geringerem Ausmaß als konventionelle oder kunststoffverstärkte Glasionomerezemente (Steidel 2001, Lutz 2003).

Als erstes Material kam 1993 Dyract® (DeTrey, Konstanz/Deutschland) auf den Markt. Mit Compoglass™ brachte die Firma Ivoclar Vivadent AG (Schaan/Liechtenstein) das zweite Kompomermaterial auf den Markt. Compoglass™ ist nach Krejci et al. (1995) aufgrund der niedrigeren Teilchengröße der Füllstoffe besser polierbar als Dyract®. Heute gibt es weitere Kompomermaterialien wie z.B. Elan™, Kerr; Hytac, ESPE; Glasiosite®, VOCO; Dyract® AP, Dyract eXtra, beide Dentsply; Luxat®, DMG; Compoglass® F, Ivoclar Vivadent AG und F2000 Rasant Kompomer, 3M.

Diese Materialien unterscheiden sich allerdings bezüglich ihrer physikalisch-mechanischen Eigenschaften zum Teil erheblich voneinander (Ilie et al. 2003). Es zeigt sich eine enorme Spannweite der Biegefestigkeitswerte zwischen 31 MPa und 131 MPa. So weisen z.B. Dyract® AP oder Hytac eine deutlich höhere Festigkeit auf als manche stopfbare Komposite. Bezüglich der Verschleißraten zeigt sich das gleiche Bild. Die verschiedenen Kompomere weisen Werte von 120-260 µm auf, d.h. die schlechtesten Werte sind mehr als doppelt so hoch wie die besten. Einige Kompomere (Dyract® AP oder Elan™) zeigen ähnlich niedrige Verschleißraten wie moderne Hybrid-Komposite. In der Konsistenz entsprechen die Kompomere den Kompositen (Krejci et al. 1995). Laut einer Studie von Attin und Buchalla (1998) weisen sie zudem eine gute Röntgenopazität auf und haben eine ähnliche Polymerisationsschrumpfung wie Komposite. Die Verarbeitung und Applikation sind im Vergleich zu Kompositen und konventionellen Glasionomerezementen einfacher und schneller.

Die Indikationen für Kompomermaterialien sind seit ihrer Einführung Klasse V - Kavitäten und Kavitäten im Milchgebiss (Molaren). Seit wenigen Jahren werden einzelne Kompomere entsprechend ihrer guten Werkstoffeigenschaften auch für Kavitätenklasse I und eventuell Klasse II im permanenten Gebiss empfohlen. Mittelfristige Studien müssen jedoch hier die endgültige Entscheidung bringen.

Die Präparation kann auch bei der Versorgung mit Kompomeren minimal-invasiv und substanzschonend erfolgen, da auch hier die Befestigung adhäsiv

erfolgen muss. Für die Haftung an der Zahnhartsubstanz ist auch bei diesen Materialien ein Adhäsivsystem nötig (Hickel et al. 1996). Dies liegt vor allem an der hohen Viskosität der Kompomere, die per se keine ausreichende Benetzung an der Zahnoberfläche ermöglicht (Krejci et al. 1995). Als Haftvermittler kommen niedrig-visköse Einkomponentenadhäsiv-Systeme in zwei Schichten zur Anwendung.

**In-vivo-Studien** sind in ihrer Durchführung aufwendig und schwierig. Da sie aber die realistische Entwicklung im Oberflächen- und Randverhalten eines Füllungsmaterials widerspiegeln, sind sie viel höher zu bewerten als alle in-vitro-Studien. Die sichersten Aussagen lassen sich mit longitudinalen in-vivo-Studien erzielen. Meistens können jedoch nur Ergebnisse kurz- oder mittelfristiger Studien veröffentlicht werden, da langfristige Studien in ihrer Durchführung sehr schwierig und aufwendig sind.

Klinische Studien zur Effektivität der restaurativen Therapie bei Zahnhalsläsionen wurden seit Einführung der zahnfarbenen Füllungswerkstoffe zahlreich durchgeführt.

In verschiedenen klinisch kontrollierten Studien wurden Komposite und Kompomere bezüglich ihrer Retentionsrate evaluiert. Dabei schnitten die Kompomere sowohl bei den kariösen als auch den nichtkariösen Zahnhalsläsionen etwas besser ab als die Komposite (Schuster et al. 1997, Gladys et al. 1998, Browning et al. 1999, Kamann und Gängler 1999).

Während die anatomische Form bei allen untersuchten Restaurationsmaterialien akzeptabel war, zeigten sich häufig jedoch rasch Verschlechterungen im Füllungsgrenzbereich. Dennoch konnten beide Materialgruppen meist als klinisch akzeptabel eingestuft werden (Dickinson et al. 1996, Abdalla et al. 1997).

Die gute Farbadaptation von Kompositrestaurationen konnte in verschiedenen Studien festgestellt werden (Neo et al. 1996, Loher et al. 1997, Folwaczny et al. 2001). Bei den Kompomeren zeigten sich häufig marginale Verfärbungen (Maneenut und Tyas 1995, Attin und Buchalla 1998, Tyas 1998).

Zusätzlich zu klinischen Kontrollen können **mikromorphologische Untersuchungen** (rasterelektronenmikroskopische) von Replikaten eine feinere

Analyse des klinischen Verhaltens von Füllungsmaterialien ermöglichen und so die klinische Beurteilung von Restaurationen optimieren. Mikromorphologische Untersuchungen repräsentieren ein Mittel zur initialen Untersuchung und somit Vorauswahl beispielsweise neuer Restaurationsmaterialien, da Oberflächen- und Randverhalten von Füllungswerkstoffen als wichtigste Kriterien der Eignung exakt analysiert und dokumentiert werden können (Dietschi und Cuicchi 1989). Zur Vermeidung von früher häufig vorkommenden Artefakten wurde die nondestruktive, indirekte Methode der Replika-Technik entwickelt, die die Methode der Wahl bei zusätzlicher mikromorphologischer Kontrolle von klinischen Studien darstellt (Roulet 1988). Heute wird die Replika-Technik über Silikonabformungen mit goldbedampften Epoxidharz-Probekörpern (Epon<sup>®</sup>, Serva, Heidelberg/Deutschland) angewendet, die sich gut zur Darstellung feinsten oberflächenstruktureller Details eignet (Hoyer et al. 1989). Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen sollen vor allem bei der Beurteilung der Grenzflächenbeziehungen Füllungsmaterial - Zahnhartsubstanz helfen, da diese einen Schwerpunkt bei der klinischen Sicherheit von Füllungsmaterialien darstellen.

In-vitro-Daten sollten unbedingt vorliegen, bevor Materialien in klinischen Studien getestet werden, um vorab eine bessere Einschätzung der Materialien vornehmen zu können. Klinische Studien sind unverzichtbar, um den von verschiedenen Einflussgrößen bestimmten Langzeiterfolg zu ermitteln. So können mit Hilfe klinisch-kontrollierter Studien eventuelle Ursachen für die frühe Deteriorationsrate und das damit verbundene Scheitern der Restaurationen gefunden werden. Weiterhin ist es auch möglich individuelle Einflüsse auf Therapieformen zu überprüfen.

Bei den Restaurationen der einzelnen Kavitätenklassen haben Klasse-V-Kavitäten die schlechteste Prognose. Dies trifft hauptsächlich auf nichtkariöse Zahnalsdefekte zu, wegen ihres teils weitläufigen Defektumrisses. Aber auch bei sogenannten gemischten Kavitäten können „Stresssituationen“ im Zahnalsbereich auftreten (Krejci et al. 1993). Blunck und Roulet (1989) bezeichneten die Schmelz-Zement-Schnittstelle als den schwächsten Punkt von allen Klasse-V-Restaurationen.

Weitere Studien sind notwendig um die restaurative Therapie im Zahnhalsbereich, die nach wie vor ein klinisches Problem darstellt, sicherer zu machen. Neben Materialeinflüssen wird in Zukunft individuellen Einflussgrößen stärkere Beachtung geschenkt werden müssen.

## **2. Zielstellung**

Es war deshalb das Ziel der vorliegenden Arbeit:

- in einer klinisch kontrollierten 2-Jahres-Studie die Eignung des Kompositmaterials Tetric® Ceram (Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein) und des Kompomers Compoglass® F (Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein) zur definitiven Versorgung von kariösen und nichtkariösen Zahnhalsdefekten unterschiedlicher Topographie zu prüfen.
- Durch Anwendung der Split-mouth-Technik sollten auch individuelle, materialunabhängige Einflüsse auf das Ergebnis überprüft werden.
- Weiterhin sollten Aussagen zur klinischen Sicherheit der unterschiedlichen Restaurationsmaterialien bei Anwendung der mikroretentiv/retentiven bzw. der rein adhäsiven Präparationstechnik getroffen werden.
- Zusätzlich sollte eine mikromorphologische Kontrolle sofort nach Füllungsanlage, nach einem halben Jahr und nach 2 Jahren Liegedauer der Füllungen durchgeführt werden, um ein frühes Deteriorationsrisiko vor allem im Grenzflächenbereich Füllung-Schmelz bzw. Füllung-Dentin zu erkennen.
- Schließlich sollte anhand der mikromorphologischen Befunde kontrolliert werden, ob es eventuell ein Muster der Veränderungen der Füllungsoberfläche und des Füllungsrandes über den Zeitraum von 2 Jahren bei den Materialien gibt.

### **3. Material und Methode**

#### **3.1 Patientenauswahl und Untersuchungsgruppen**

Für diese Studie wurden in einer niedergelassenen Praxis 52 Patienten mit mindestens zwei kariösen oder mindestens 2 nichtkariösen Defekten im Zahnhalsbereich ausgewählt. Alle Probanden wurden über Art, Dauer und Anliegen der Studie informiert. Die klinisch diagnostizierten Zahnhalsdefekte wurden eingeteilt in:

- nichtkariöse, keilförmige Läsionen
- kariöse, zirkulär von Schmelz begrenzte Läsionen
- kariöse, anteilig über die Schmelz-Zement-Grenze reichende Läsionen („gemischte“ Kavitäten).

Die ausgewählten Patienten erhielten eine professionelle Zahnreinigung. Bei Vorhandensein von nichtkariösen, keilförmigen Läsionen bekamen die Probanden zudem eine Zahnputzunterweisung.

Vor Beginn der klinischen Arbeit wurden Befundbögen erstellt (Tab. 1). Der darin aufgenommene Zahnstatus umfasste die Frontzähne, Eckzähne und Prämolaren. Nur diese Zähne wurden in die Studie einbezogen, um eine exaktere Bewertung der Zahnhalsrestaurationen gewährleisten zu können.

Vier Wochen nach der professionellen Zahnreinigung wurde bei allen Patienten der Mundhygienestatus erhoben. Dazu wurde der Plaque-Index nach Silness und Loe (SLI, 1964) und der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index nach Mühlemann und Son (SBI, 1971) angewandt. Patienten mit einem positiven Ergebnis beim SBI, d.h. einer Blutung beim schonenden Sondieren des Sulkus mit einer stumpfen Parodontalsonde, fielen aus der Studie heraus, ebenso jene, die einen größeren Wert als 1 beim SLI, d.h. eine mäßige oder dicke Plaqueablagerung im Bereich des Zahnhalses, aufwiesen. Weiterhin wurden Retraktionen der Gingiva und Lockerungsgrade der im Zahnstatus aufgenommenen Zähne registriert und ein Sensibilitätstest mit Kältespray (ds-Kältespray, demedis, Düsseldorf/Deutschland) vorgenommen. Patienten mit avitalen und gelockerten Zähnen, mit Retraktion der Gingiva von mehr als 2 mm oder einer erhöhten Kariesanfälligkeit (DMF-T>16) wurden nicht in die Studie einbezogen.

Auch Patienten mit einem übermäßigen Nikotinabusus (> 20 Zigaretten/Tag) und/oder einem Genuss von mehr als 5 Tassen Schwarzem Tee pro Tag wurden ausgeschlossen, um einen habituellen Einfluss auf die zahnfarbenen Füllungen auszuschließen.

Nach diesen Voruntersuchungen konnten von den ursprünglich 52 Probanden 32 Patienten im Alter von 31-63 Jahren für die Studie ausgewählt werden. Jeder Patient musste mindestens 2 kariöse bzw. mindestens 2 nichtkariöse Defekte im Zahnhalsbereich aufweisen.

Die Aufteilung der Patienten bezüglich Art und Anzahl der zervikalen Läsionen ist wie folgt:

- 12 Patienten wiesen mindestens 2 **nichtkariöse, keilförmige Defekte** auf, n=33

- 6 Patienten hatten nur nichtkariöse Defekte

- 5 Patienten hatten zusätzlich 1 kariöse Läsion

- 1 Patient hatte zusätzlich 2 kariöse Läsionen

---

23 Defekte waren im Oberkiefer und 10 im Unterkiefer

- 20 Patienten wiesen mindestens 2 **kariöse Läsionen** auf, n=64

- 16 Patienten hatten nur kariöse Läsionen

- 4 Patienten hatten zusätzlich 1 nichtkariösen Defekt

---

36 Läsionen waren im Oberkiefer und 28 im Unterkiefer

Insgesamt konnten 32 Patienten mit zusammen 97 zervikalen Läsionen an der Studie beteiligt werden. Die genaue Aufteilung der Läsionen pro Patient ist in Tabelle 104 dargestellt (siehe Anhang).

Tab. 1: Befundbogen

Name:  
Vorname:  
Geburtsdatum:  
Geschlecht:  
Anschrift:  
Tel.:  
Beruf:

Pat.-Nr.:  
Pat.-Nr. (PC):  
Datum:

|                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sulkus-Blutungs-Index  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Silness-Löe-Index      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Retraktion der Gingiva |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Lockerungsgrad         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Sensibilitätsprüfung   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Zahnschema             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Zahnschema             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sensibilitätsprüfung   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Lockerungsgrad         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Retraktion der Gingiva |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Silness-Löe-Index      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Sulkus-Blutungs-Index  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

DMF-T:  
Mundhygieneaufklärung:

Nikotin/Tag:      Zigaretten  
Schwarzer Tee/Tag:      Tassen

Erläuterung:

modifizierter SBI:      + / -  
SLI:      0-3  
Retraktion der Gingiva:      in mm  
Lockerungsgrad:      0-3  
Sensibilitätsprüfung:      + / -



### 3.2 Restaurationsmaterialien

Für die Restauration der Zahnhalsläsionen wurden zwei zahnfarbene Füllungsmaterialien ausgewählt:

1. **Tetric® Ceram** (Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein)  
ein lichthärtendes, röntgenopakes Feinpartikel-Hybrid-Komposit
2. **Compoglass® F** (Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein)  
ein lichthärtendes Füllungsmaterial auf Kompomerbasis.

**Tetric® Ceram**, ein modifiziertes Feinpartikel-Hybrid-Komposit, ist seit 1995 auf dem Markt. Es stellt eine Weiterentwicklung des Feinpartikel-Hybrid-Komposit Tetric® dar und wird vom Hersteller auch für Füllungen der Kavitätenklasse-V empfohlen. Tetric® Ceram ist ein keramikähnliches Komposit mit besonderen Verarbeitungseigenschaften, so zeichnet es sich zum Beispiel durch seine Standfestigkeit aus, lässt sich aber gleichzeitig leicht modellieren. Weiterhin soll Tetric® Ceram aufgrund der kleineren durchschnittlichen Partikelgröße (0,7 µm) deutlich besser polierbar sein als der Vorgänger Tetric® (Partikelgröße 1,5 µm). Mit dem Einbringen der keramischen Füllstoffe (Bariumglas und Ba-Al-Fluorosilikatglas) in die klassische organische Matrix wurde das Ziel verfolgt das Abrasionsverhalten zu verbessern.

Laut Herstellerangaben basiert die Monomermatrix von Tetric® Ceram auf der klassischen Bis-GMA-Formel (Bisphenol-diglycidylmethacrylat, 20,2 Gew.%). Als weitere Bestandteile sind Urethandimethacrylat und Triethylenglycoldimethacrylat in der organischen Matrix enthalten. Als anorganische Füllstoffe (79,0 Gew.%) sind in silanisierter Form Bariumglas, Ba-Al-Fluorosilikatglas, Ytterbiumtrifluorid, hochdisperses Siliziumdioxid und sphäroides Mischoxid in diese organische Matrix eingebunden. Der keramische Füllstoff Bariumglas bildet mit 50,6 Gew.% den größten Anteil der Füller, welcher für das Abrasionsverhalten und die Röntgenopazität verantwortlich ist. Die Partikelgröße schwankt zwischen 0,04 und 3,0 µm, wobei die durchschnittliche Teilchengröße 0,7 µm beträgt. Die Monomere sind bifunktionell und enthalten 2 polymerisationsfähige Doppelbindungen, d.h. die meisten Monomermoleküle werden während der Polymerisation ins Polymernetzwerk eingebunden.

Das Kompomer Compoglass<sup>TM</sup> wurde 1995 auf den Markt gebracht. Mit **Compoglass<sup>®</sup> F** folgte bereits 1997 ein optimiertes Material, welches laut Herstellerangaben besonders für Klasse-V-Kavitäten empfohlen wird.

Die Fluoridabgabe (Compoglass<sup>®</sup> F 34 µg/cm<sup>2</sup>) soll laut Hersteller im Vergleich zum Compoglass<sup>TM</sup> (22,5 µg/cm<sup>2</sup>) erhöht worden sein. Durch eine feinere Korngröße der Füller (1,0 µm) soll es weniger zur Abrasion neigen als Compoglass<sup>TM</sup> (Partikelgröße 1,5 µm).

Die Monomermatrix beruht laut Angabe des Herstellers auf Urethandimethacrylat, Tetraethylenglycoldimethacrylat und cycloaliphatischem Dicarbonsäuredimethacrylat (22,75 Gew.%). Durch die Verstärkung der Monomere (Cycloverbindungen = höhere Steifigkeit) sollen die Verschleißfestigkeit und Stabilität des Materials erhöht werden.

Der Gesamtgehalt der in der Matrix eingebundenen anorganischen Füllstoffe beträgt 77 Gew.%. Mit 59,6 Gew.% macht das silanisierte Ba-Al-Fluorosilikatglas den größten Anteil aus. Weitere Füllstoffe in wesentlich geringerer Konzentration sind ein silanisiertes, sphäroides Mischoxid (5,9 Gew.%) und Ytterbiumtrifluorid (11,5 Gew.%). Die Partikelgröße liegt zwischen 0,2 und 3,0 µm mit einer durchschnittlichen Korngröße von 1,0 µm.

### 3.3 Präparation und Füllungsanlage

#### Methodentraining

Vor Beginn der Studie erfolgte ein Methodentraining des klinischen Vorgehens. An extrahierten menschlichen Zähnen (n=20) wurden im Bereich der Schmelz-Zement-Grenze Zahnhalskavitäten präpariert. Unter Anwendung des Adhäsivsystems Syntac® Classic (Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein) wurden jeweils zehn Füllungen mit Tetric® Ceram und zehn Füllungen mit Compoglass® F gelegt. Diese Füllungen wurden unter dem Stereomikroskop kontrolliert und beurteilt.

Die definitive Füllungslegung für diese klinische Studie erfolgte von Juli 2000 bis Oktober 2000.

#### *3.3.1 nichtkariöse, keilförmige Defekte (n=33)*

Die nichtkariösen, keilförmigen Defekte (Abb. 1) im Zahnhalsbereich wurden nicht präpariert. Hier erfolgte eine Säuberung der Defektfläche mittels Polierbürstchen und einer fluoridfreien Polierpaste (Klint, VOCO, Cuxhaven/Deutschland). In Einzelfällen wurden vorhandene scharfe Kanten gebrochen. Nach der Reinigung des Defektes mit 3%igem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> erfolgte in der Mehrzahl die relative Trockenlegung. Nur bei 5 nichtkariösen, keilförmigen Defekten war die absolute Trockenlegung (Kofferdam) möglich.

Bei tieferen Defekten (n=5) wurde eine Unterfüllung mit dem Glasionomerezement Ketac-Bond® (ESPE, Seefeld/Deutschland) gelegt.

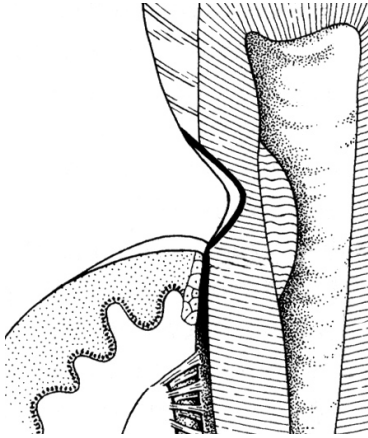


Abb. 1: Skizze eines keilförmigen Defektes  
ohne Präparation (Querschnitt)

Die Schmelz- und Dentinkonditionierung wurde mittels Total Etch-Technik mit einem 37%igem Phosphorsäuregel (Total Etch™, Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein) durchgeführt. Dabei wurde die gesamte Kavität vom Schmelzrand beginnend 30 Sekunden im Schmelz und maximal 15 Sekunden im Dentin geätzt. Daran schloss sich eine ebenso lang andauernde Sprayzeit und eine 20sekündige Trocknungszeit an.

Als Haftvermittler kam das Adhäsivsystem Syntac® Classic (Abb. 2) zur Anwendung. Nach der Konditionierung wurde Syntac® Primer auf das Dentin aufgetragen, für 15 Sekunden belassen und dann verblasen. Als nächster Arbeitsschritt erfolgte die Applikation von Syntac® Adhesive auf das Dentin, welches 10 Sekunden einwirken musste, um dann dünn ausgeblasen werden zu können. Zuletzt wurde Heliobond® sofort nach dem Auftragen verblasen und für 10 Sekunden polymerisiert. Bei den 5 Fällen mit Unterfüllung wurde ein selektives Bonding durchgeführt. Die Anwendung des Adhäsivsystems war sowohl bei den Tetric® Ceram- als auch bei den Compoglass® F- Füllungen gleich.

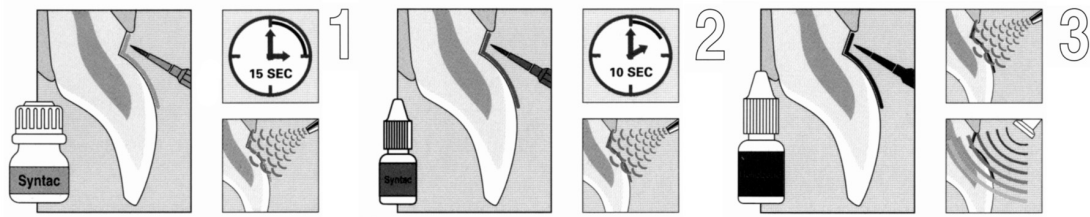


Abb. 2: Abfolge des Syntac® Classic- Adhäsivsystems

Bei den Tetric® Ceram- Füllungen erfolgte die schichtweise Applikation des Materials in maximal drei Schichten. Jede Schicht wurde für jeweils 40 Sekunden polymerisiert. Auch Compoglass® F wurde, wenn nötig, schichtweise appliziert und für jeweils 40 Sekunden polymerisiert. Für eine bessere Konturierung wurde mit speziellen Zahnhalsmatrizen (Hawe Transparent Cervical Foils, Hawe neos Dental, Bioggio/Schweiz) gearbeitet.

Die Nachbearbeitung und abschließende Politur fanden unter Wasserkühlung mit Finierdiamanten (Öko dent® Preußer OHG, Tautenhain/Deutschland; gelber Ring, 30 µm, runder Konus, Spitze und weißer Ring, 6-12 µm, Torpedo) und mit dem Super-Snap®-System von Shofu (Kyoto/Japan) statt.

### 3.3.2 kariöse Defekte (zirkuläre Schmelzbegrenzung, n=30)

Nachdem die Zahnhalskaries mittels eines Rosenfräasers exkaviert worden war, erfolgte substanzschonend die Präparation mit einem zylinderförmigen Diamanten (ohne Ring, 91-126 µm) nach den Regeln der retentiv-mikroretentiven Präparationstechnik mit Anschrägung der Schmelzränder (Feinkorndiamant, 30 µm). Die Umrissform der Kavität folgte der Kariesausbreitung und war annähernd nierenförmig (Abb. 3). Bei der anschließenden Feinpräparation kam ein zylinderförmiger Diamant (roter Ring, 54-76 µm) zum Einsatz. Nach der absoluten (20 Füllungen) bzw. relativen Trockenlegung (10 Füllungen) wurde die Kavitätenreinigung mit 3%igem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> durchgeführt.

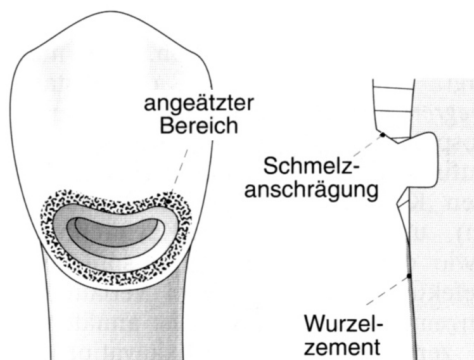


Abb. 3: schmelzbegrenzte, zirkulär angeschrägte Kavität  
(Ansicht und Querschnitt)

Eine Unterfüllung mit dem Glasionomerkement Ketac-Bond® (ESPE, Seefeld/Deutschland) wurde bei 2 der 30 schmelzbegrenzten Kavitäten appliziert.

In Vorbereitung auf die Füllungsapplikation wurden Total Etching und Total Bonding, in gleicher Weise wie bei den nichtkariösen, keilförmigen Defekten beschrieben, durchgeführt. Bei den beiden Kavitäten mit Unterfüllung erfolgte ein selektives Bonding.

Tetric® Ceram und Compoglass® F wurden entsprechend zu den nichtkariösen, keilförmigen Defekten in 1-2 Schichten appliziert, nachbearbeitet und poliert wie bereits beschrieben.

#### *kariöse Defekte (Schmelz/Dentinbegrenzung, n=34)*

Nachdem die Karies mit einem Rosenfräser exkaviert worden war, erfolgte auch hier die Präparation nach den Regeln der retentiv-mikroretentiven Präparationstechnik mit Anschrägung der Schmelzränder. Im Bereich des Dentins wurde ein zervikaler Unterschnitt präpariert (Abb. 4). Die Mehrzahl der Füllungsapplikationen (n=30) erfolgte unter relativer Trockenlegung.

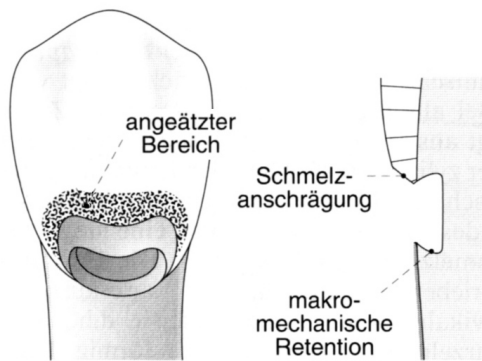


Abb. 4: „gemischte“ Kavität mit Schmelzanschrägung und zervikalem Unterschnitt (Ansicht und Querschnitt)

Bei 50% der Kavitäten wurde eine Unterfüllung mit Ketac-Bond® gelegt.

Das Adhäsivsystem Syntac® Classic kam hier in gleicher Weise zur Anwendung wie bei den nichtkariösen, keilförmigen Defekten und den kariösen, schmelzbegrenzten Kavitäten. Anschließend wurden auch hier Tetric® Ceram und Compoglass® F schichtweise appliziert, nachbearbeitet und poliert wie bereits beschrieben.

Nach der Füllungsapplikation der beiden Materialien in den drei Defektgruppen zeigte sich folgende Verteilung (Tab. 2):

Tab. 2: Verteilung der zahnfarbenen Restaurationen auf die unterschiedlichen Zahnhalsdefekte

|               | nichtkariöser<br>keilförmiger<br>Defekt<br>n=33 | kariöse<br>Kavität<br>schmelzbegrenzt<br>n=30 | kariöse<br>Kavität<br>gemischt<br>n=34 | gesamt<br>n=97 |
|---------------|---|---|--|----------------|
| Tetric® Ceram | 15  | 16  | 16                                     | 47             |
| Compoglass® F | 18  | 14  | 18                                     | 50             |

Bei jedem Patienten kamen beide Materialien (Tetric® Ceram, Compoglass® F) immer bei der gleichen Defektart zur Anwendung.

### 3.4 Klinische Kontrollen

Die klinischen Bewertungen erfolgten direkt nach dem Legen der Füllungen (Baseline), nach einem halben, nach 1 und nach 2 Jahren. Dabei wurde der Füllungszustand taktil und visuell unter Zuhilfenahme von Spiegel und Sonde beurteilt.

Zur Beurteilung der Restaurationen wurde der **CPM-Index** (Clinical, Photographical and Micromorphological Coding) verwendet (Hoyer et al. 1988, 1989, 1993, Kosa et al. 1991). Die klinischen Kriterien (**c-clinical**) beinhalten die „**anatomische Form**“, das „**Farbverhalten**“, die „**Oberflächenqualität**“, die „**Abrasion**“, den „**Randschluss**“, die „**Stufenbildung**“, die „**Verfärbungen des Füllungsrandes**“ und die „**klinische Akzeptanz**“ (siehe Tab. 3).

Das Kriterium „**anatomische Form**“ beurteilt die Umrissgestaltung als Maß des Kavitätendesigns (nierenförmige Präparation, Lage der zervikalen Stufe) und die Füllungskontur als Maß für die räumliche Gestaltung der Füllung (Modellation der ursprünglichen Form des Zahnes). Weiterhin wurden auch Frakturen bzw. Füllungsverluste vermerkt.

Das „**Farbverhalten**“ der Füllung wurde im Vergleich zur Farbe und dem Glanz des Zahnschmelzes beurteilt. War eine Füllung heller oder dunkler in Bezug auf den umgebenden Zahn, wurde sie entsprechend mit Code 2 oder 3 bewertet.

Als optimale „**Oberflächenqualität**“ gilt eine glatte, homogene Oberfläche (Code 0). Zur Abstufung dieses Kriteriums mussten mindestens 2/3 der Gesamtoberfläche das gleiche Merkmal aufweisen.

Als „**Abrasion**“ wurden Substanzverluste entsprechend individueller Muster, z.B. Schliffacetten (Code 1), über lokalisierte, d.h. räumlich begrenzte (Code 2), bis hin zu generalisierten Substanzverlusten (Code 3) bezeichnet.

Die Qualität des Füllungsrandes wurde visuell und taktil beurteilt. Die folgenden drei Kriterien bestimmen die Qualität des Randes näher.

Unter „**Randschluss**“ wurden klinische Situationen zusammengefasst, bei denen vom Zahn zur Füllung und in umgekehrter Richtung der Rand sondierbar war. Als Code 3, d.h. schlechteste Bewertung, galt hierbei ein Randspalt.



In das Kriterium „**Stufenbildung**“ fallen sowohl positive als auch negative Stufen, d.h. Situationen, bei denen die Sonde nur in einer Richtung „hängen“ blieb (vom Zahn zur Füllung→ positive Stufe; von der Füllung zum Zahn→ negative Stufe). Wobei Füllungsüberschüsse (Code 1) im Allgemeinen als günstiger zu bewerten sind als negative Stufen (Code 2), da sie korrigierbar sind.

Als „**Verfärbungen des Füllungsrandes**“ wurden Abweichungen der Farbe der Restauration im Randbereich bezeichnet. Eine Sekundärkaries mit Kavitation, als schlechtestes Ergebnis, ging als Code 3 in die Bewertung ein.

Bei der „**klinischen Akzeptanz**“ sollte eine Gesamteinschätzung der klinischen Prognose der Füllung getroffen werden. Es sollte eine Aussage dazu getroffen werden, ob die entsprechende Füllung korrigiert oder sogar ersetzt werden musste.

Die fotografische Dokumentation (Kamera: Nikon F80, Tokio/Japan; Film: Kodak Elite chrome 100, New York/USA) erfolgte parallel zu den klinischen Kontrollen.

Bei jeder klinischen Untersuchung wurde ein Sensibilitätstest durchgeführt und die Patienten nach auftretenden, postoperativen Hypersensibilitäten befragt.

Tab. 3: CPM-Index (c-clinical, p-photographical, m-micromorphological)  
C/P-Kriterien

- 1 Anatomische Form
  - 0 korrekte anatomische Form
  - 1 mangelhafte Umrissgestaltung
  - 2 mangelhafte Füllungskontur
  - 3 Umrissgestaltung und Füllungskontur mangelhaft
  - 4 Fraktur der Füllung oder Füllungsverlust (teilweise oder vollständig)
  - 5 Fraktur der Füllung oder Füllungsverlust bei mangelhafter Füllungskontur und/oder Umrissgestaltung
- 2 Farbverhalten
  - 0 entspricht dem des Zahnschmelzes, glänzend
  - 1 entspricht dem des Zahnschmelzes, nicht glänzend
  - 2 zu hell
  - 3 zu dunkel
- 3 Oberflächenqualität (mind. 2/3 der Gesamtoberfläche)
  - 0 glatte, homogene Oberfläche
  - 1 glatte, inhomogene Oberfläche
  - 2 rauhe, homogene Oberfläche
  - 3 rauhe, inhomogene Oberfläche
- 4 Abrasion
  - 0 kein Substanzverlust
  - 1 Substanzverlust entsprechend individueller Muster
  - 2 lokalisierter Substanzverlust
  - 3 ausgeprägter Substanzverlust
- 5 Randschluss
  - 0 nicht sondierbarer Füllungsrand
  - 1 sondierbarer Füllungsrand bis 1/3 des Gesamtumfangs
  - 2 sondierbarer Füllungsrand an mehr als 1/3 des Gesamtumfangs
  - 3 Randspalt
- 6 Stufenbildung
  - 0 keine Stufenbildung
  - 1 Füllungsüberschuss
  - 2 negative Stufenbildung
  - 3 sowohl positive als auch negative Stufenbildung
- 7 Verfärbungen des Füllungsrandes
  - 0 keine Verfärbungen
  - 1 bis 1/3 des Gesamtumfangs erkennbare Verfärbungen
  - 2 mehr als 1/3 des Gesamtumfangs erkennbare Verfärbungen
  - 3 Sekundärkaries mit Kavitation
- 8 Klinische Akzeptanz
  - 0 korrekte Füllung
  - 1 geringe Abweichung von der Regel, klinisch akzeptabel
  - 2 klinisch nicht akzeptabel, korrigierbar
  - 3 Füllung sollte aus präventiven Gründen ersetzt werden
  - 4 Füllung muss unverzüglich ersetzt werden

### 3.5 Mikromorphologische Kontrollen

Zusätzlich zu den klinischen Kontrollen an allen Füllungen wurden zur weiteren Objektivierung der Befunde mikromorphologische Untersuchungen an ausgewählten Restaurationen mittels Rasterelektronenmikroskop durchgeführt. Dazu wurde die Replikatechnik als indirekte, nondestruktive Methode angewendet.

Die Befunddokumentationen für die mikromorphologischen Bewertungen erfolgten parallel zu den klinischen Kontrollen, Baseline, nach 6 und nach 24 Monaten. Von jeder Defektart wurden jeweils 14 Restaurationen (7 Tetric® Ceram und 7 Compoglass® F) ausgewählt.

Um Replikate von den zervikalen Restaurationen herstellen zu können, mussten speziell für diese Studie individuelle Abformlöffel mittels Tiefziehverfahrens angefertigt werden. Die Abformungen als Korrekturabdrücke (2-zeitig und 2-phasig) erfolgten mit dem Vinyl-Polysiloxan Permagem® Putty und Permagem® Light (ESPE, Seefeld/Deutschland) für die Baseline- und 6-Monatskontrolle. Im Sommer des Jahres 2001 nahm die Firma ESPE das Material Permagem® vom Markt. Zur 2-Jahreskontrolle erfolgten die Abformungen deshalb mit dem Vinyl-Polysiloxan **Panasil® Putty** als Basismaterial und **Panasil® Contact Plus** (Kettenbach, Eschenburg/Deutschland). Zur Prüfung der Eignung dieses Materials wurden Probeabformungen mit verschiedenen Silikonabformmassen (Dimension® Penta® H Quick und Dimension® Garant® L Quick, ESPE, Seefeld/Deutschland sowie Xantopren® Comfort Light und Xantopren® Comfort Medium grün, Heraeus Kulzer, Dormagen/Deutschland) und einem Polyethermaterial (Impregum® Penta® Soft, ESPE, Seefeld/Deutschland) an stets den selben Füllungen der Studie durchgeführt und stereomikroskopisch die Abformpräzision beurteilt. Die danach hergestellten Replikate wurden unter dem Rasterelektronenmikroskop bewertet und dadurch die Eignung von Panasil® Putty und Panasil® Contact Plus für diese Studie bestätigt.

Zur Vorbereitung der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung wurden alle Abformungen mit Äthylalkohol entfettet und mit dem Epoxidharz Epon® (Serva, Heidelberg/Deutschland) ausgegossen. Nach dem Aushärten der

Replikate und einer stereomikroskopischen Kontrolle, wurden diese mit einer 50-100 nm dicken Goldschicht gesputtert (Sputter Coater SCD 005, BAL-TEC, Balzers/Liechtenstein) und mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops Philips SEM 515 (Eindhoven/Holland) am Zentrum für Ultrastrukturforschung, Bereich Jena der Friedrich-Schiller-Universität Jena, bewertet.

Die mikromorphologische Beurteilung der Restaurationen erfolgte mit Hilfe der M-Kriterien (**m**-micromorphological) des **CPM**-Indexes (Tab. 4). Die Kontrollen erfolgten retrospektiv. Die M-Kriterien beinhalten die „**Oberflächenrauigkeit**“, die „**Oberflächentextur**“, den „**Randschluss**“, die „**Füllungsüberschüsse**“, die „**Randabbrüche**“, die „**negative Stufenbildung**“, die „**Mikroleakage und Randspalten**“ und „**Weitere Randimperfectionen**“.

Die mikromorphologischen Befunde wurden zahnbezogen in den einzelnen Kriterien und Codierungen erfasst und tabellarisch bzw. grafisch dargestellt.

Von jeder Füllung wurde in 20facher Vergrößerung ein Übersichtsbild angefertigt und die Ränder und Oberflächen bei einer 200fachen Vergrößerung kontrolliert und bewertet. Markante Veränderungen oder besonders gut erhaltene Bezirke wurden vermerkt, fotografisch dokumentiert und auf dem Übersichtsbild mit einer Nummerierung gekennzeichnet. So war es möglich, bei jeder Untersuchung diese charakteristischen Bereiche wieder aufzusuchen, um sie erneut zu beurteilen und so eine wissenschaftliche Dokumentation über die Veränderung der Füllung von Baseline bis zu 2 Jahren zu erarbeiten.

Mit dem Kriterium „**Oberflächenrauigkeit**“ wurde die Restauration nach glatter bzw. rauher Oberfläche und deren Anteil (Dritteileinteilung) an der Gesamtoberfläche bewertet. Weil die Polierbarkeit der Oberfläche von der Größe der Füllstoffe abhängig ist, spielt die durchschnittliche Teilchengröße eine entscheidende Rolle für die Oberflächenrauigkeit. Eine partielle oder vollständige Aufrauung durch chemische, biologische oder physikalische Desintegration resultierte in einer Verschiebung in Richtung Code 3.

Unter der „**Oberflächentextur**“ wurde im Idealfall eine homogene Oberfläche mit keinen oder regelmäßig verteilten Substrukturen verstanden (Code 0). Sind weniger als 1/3 der Oberfläche als homogen anzusehen, konnte die Füllung nur noch mit Code 3 bewertet werden. Nutzungs- und/oder verarbeitungsbedingte Inhomogenitäten, wie z.B. eröffnete Poren oder Kratzer, wurden berücksichtigt.

Das Kriterium des „**Randschlusses**“ wird in den folgenden vier Kriterien noch einzeln bewertet, was die Wichtigkeit dieses Punktes unterstreicht. War der Rand bei 2/3 des Gesamtumfanges einer Füllung nur durch die Veränderung der Oberflächenstruktur erkennbar, konnte diese Füllung mit Code 0 bewertet werden.

Unter dem Punkt „**Füllungsüberschüsse**“ wurden positive Stufen zusammengefasst und entsprechend der Dritteileinteilung bewertet.

Füllungsabschnitte, bei denen der Kavitätenrand und/oder die angeschrägte Schmelzfläche freigelegt waren, wurden im Kriterium „**Randabbrüche**“ bewertet. Im Füllungsmaterial waren dabei scharf begrenzte Bruchflächen nachweisbar.

Als „**negative Stufenbildung**“ wurden Randbereiche bezeichnet, bei denen das Niveau des Materials unterhalb der Kavitätengrenze lag. Da in solchen Fällen der Kavitätenrand frei liegt, muss diese Situation als grundsätzlich ungünstiger angesehen werden.

Mit dem Kriterium „**Mikroleakage (Mikrospalten) und Randspalten**“ wurden Mikrolücken im Bereich des Füllungsrandes erfasst. Deutliche, in die Tiefe reichende Kontinuitätstrennungen zwischen Füllung und Zahn wurden unabhängig von Breite und Länge als „**Randspalten**“ klassifiziert.

Das letzte Kriterium „**Weitere Randimperfectionen**“ beinhaltet Frakturen randnaher Bereiche oder Schmelzrandfrakturen.

Tab. 4: CPM-Index (c-clinical, p-photographical, m-micromorphological)  
M-Kriterien

- 1 Oberflächenrauigkeit
  - 0 die gesamte Oberfläche ist glatt
  - 1 lokale Rauigkeiten, mind. 2/3 der Oberfläche sind glatt
  - 2 1/3 bis 2/3 der Oberfläche sind glatt
  - 3 weniger als 1/3 der Oberfläche sind glatt
- 2 Oberflächentextur
  - 0 die Oberfläche ist homogen und weist keine oder regelmäßig verteilte Substrukturen auf
  - 1 lokale Inhomogenitäten, mind. 2/3 der Oberfläche sind homogen und weisen keine oder regelmäßig verteilte Substrukturen auf
  - 2 1/3 bis 2/3 der Oberfläche sind homogen und weisen keine oder regelmäßig verteilte Substrukturen auf
  - 3 weniger als 1/3 Oberfläche sind homogen und weisen keine oder regelmäßig verteilte Substrukturen auf
- 3 Randschluss
  - 0 perfekter Rand
  - 1 lokale Randimperfectionen, mind. 2/3 des Füllungsrandes sind perfekt
  - 2 1/3 bis 2/3 des Füllungsrandes sind perfekt
  - 3 weniger als 1/3 des Füllungsrandes sind perfekt
- 4 Füllungsüberschüsse
  - 0 keine Füllungsüberschüsse
  - 1 Füllungsüberschüsse bis 1/3 des Gesamtumfanges
  - 2 Füllungsüberschüsse 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
  - 3 Füllungsüberschüsse mehr als 2/3 des Gesamtumfanges
- 5 Randabbrüche
  - 0 keine Randabbrüche
  - 1 Randabbrüche bis 1/3 des Gesamtumfanges
  - 2 Randabbrüche 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
  - 3 Randabbrüche mehr als 2/3 des Gesamtumfanges
- 6 Negative Stufenbildung
  - 0 keine negative Stufenbildung
  - 1 negative Stufenbildung bis 1/3 des Gesamtumfanges
  - 2 negative Stufenbildung 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
  - 3 negative Stufenbildung mehr als 2/3 des Gesamtumfanges
- 7 Mikroleakage und Randspalten
  - 0 keine Mikroleakage, keine Randspalten
  - 1 vereinzelt Mikroleakage im Grenzflächenbereich
  - 2 ausgeprägt Mikroleakage
  - 3 Mikroleakage und Randspalten
- 8 Weitere Randimperfectionen  
(Frakturen randnaher Füllungsanteile, Schmelzfrakturen, u.a.m.)
  - 0 keine weiteren Randimperfectionen
  - 1 weitere Randimperfectionen bis 1/3 des Gesamtumfanges
  - 2 weitere Randimperfectionen 1/3 bis 2/3 des Gesamtumfanges
  - 3 weitere Randimperfectionen mehr als 2/3 des Gesamtumfanges

### 3.6 Statistische Auswertung

Der Vergleich der beiden Füllungsmaterialien Tetric® Ceram und Compoglass® F erfolgte mit Hilfe des **McNemar- Tests** klinisch und mikromorphologisch für alle acht Kriterien. Dieser Test ist für den direkten Vergleich zweier Materialien sehr gut geeignet.

Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde bei allen statistischen Tests ein Wert von **p=0,05** angesetzt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse der klinischen Kontrollen

Insgesamt konnten 81 von den ursprünglich 97 Komposit-/Kompomerfüllungen lückenlos über den gesamten Kontrollzeitraum von 2 Jahren klinisch nachuntersucht werden (Tab. 5).

Alle nachkontrollierten Zähne zeigten eine positive Sensibilität und keine Blutung beim nochmals durchgeführten Sulkus-Blutungs-Index. Im gesamten Untersuchungszeitraum traten keine postoperativen Hypersensibilitäten auf.

Insgesamt mussten 16 Füllungen ersetzt werden (Tab. 6). Ursache war immer ein vollständiger Füllungsverlust. Im gesamten Untersuchungszeitraum trat bei keiner der Füllungen eine Sekundärkaries auf.

Tab. 5: klinisch-kontrollierte Füllungen nach 2 Jahren

| Material      | nichtkariöser<br>keilförmiger<br>Defekt | kariöse<br>Kavität<br>schmelzbegrenzt | kariöse<br>Kavität<br>gemischt | gesamt    |
|---------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Tetric® Ceram | 9                                       | 14                                    | 14                             | 37        |
| Compoglass® F | 13                                      | 14                                    | 17                             | 44        |
| gesamt        | 22                                      | 28                                    | 31                             | <b>81</b> |

Tab. 6: vollständige Füllungsverluste über 2 Jahre

| Material      | Defekt                             | 6 Monate | 1 Jahr | 2 Jahre |
|---------------|------------------------------------|----------|--------|---------|
| Tetric® Ceram | nichtkariöser, keilförmiger Defekt | 2        | 3      | 1       |
|               | Kavität schmelzbegrenzt            | 1        | 1      | -       |
|               | Kavität gemischt                   | 1        | -      | 1       |
| Compoglass® F | nichtkariöser, keilförmiger Defekt | 2        | 1      | 2       |
|               | Kavität schmelzbegrenzt            | -        | -      | -       |
|               | Kavität gemischt                   | 1        | -      | -       |

Zur klinischen Beurteilung der Restaurationen über den Zeitraum von 2 Jahren wurden die C-Kriterien des **CPM**-Index (Clinical, Photographical and Micromorphological Coding) verwendet (Hoyer et al. 1988, 1989, 1993).



#### 4.1.1 nichtkariöse, keilförmige Defekte

##### Versorgung mit dem Komposit Tetric® Ceram

Alle 15 Kompositfüllungen in den nichtkariösen, keilförmigen Defekten wiesen unmittelbar nach Füllungsapplikation eine korrekte **anatomische Form** auf (Code 0). Nach 2 Jahren zeigten noch 8 Restaurationen diese Bewertung. Insgesamt mussten 6 Füllungen aufgrund vollständigen Füllungsverlustes (Code 4) ersetzt werden. Die Detailergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tab. 7: „Anatomische Form“

| Tetric® Ceram                            | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 | Code 5 |
|--|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,<br>keilförmiger<br>Defekt | Baseline       | 15 | 15     | -      | -      | -      | -      | -      |
|  | 1/2 Jahr       | 15 | 13     | -      | -      | -      | 2      | -      |
|  | 1 Jahr         | 13 | 10     | -      | -      | -      | 3      | -      |
|  | 2 Jahre        | 10 | 8      | -      | 1      | -      | 1      | -      |

Direkt nach dem Legen der Füllungen war das **Farbverhalten** bei 13 Tetric® Ceram- Füllungen optimal, d.h. die Farbe entsprach der des Zahnschmelzes und war glänzend (Code 0). Nach 2 Jahren entsprachen alle Füllungen noch der Farbe des Zahnschmelzes, 2 Restaurationen hatten auch noch den zahnschmelzähnlichen Glanz (Tab. 8).

Tab. 8: „Farbverhalten“

| Tetric® Ceram                            | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|--|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,<br>keilförmiger<br>Defekt | Baseline       | 15 | 13     | 1      | 1      | -      |
|  | 1/2 Jahr       | 13 | 5      | 7      | 1      | -      |
|  | 1 Jahr         | 10 | 4      | 6      | -      | -      |
|  | 2 Jahre        | 9  | 2      | 7      | -      | -      |

Die **Oberflächenqualität** war direkt nach Anlage an allen Füllungen glatt und homogen (Code 0). Nach 2 Jahren konnte bei 4 Restaurationen die Oberfläche noch mit Code 0 bewertet werden. 4 Füllungen zeigten eine glatte Oberfläche mit lokalen Inhomogenitäten (Tab. 9).

Tab. 9: „Oberflächenqualität“

| Tetric® Ceram  | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 15 | 15     | -      |        | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 13 | 9      | 3      | 1      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 10 | 8      | 2      | -      | -      |
|                | 2 Jahre        | 9  | 4      | 4      | 1      | -      |

Nach einem Jahr waren 5 Kompositfüllungen und nach zwei Jahren noch 4 ohne jegliche **Abrasionsspuren**. 2 Füllungen ließen zu den Nachkontrollen einen lokalisierten Substanzverlust erkennen. Ein ausgeprägter Verlust an Füllungsmaterial war zu keinem Zeitpunkt zu verzeichnen (Tab. 10).

Tab. 10: „Abrasion“

| Tetric® Ceram  | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 15 | 15     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 13 | 10     | 1      | 2      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 10 | 5      | 3      | 2      | -      |
|                | 2 Jahre        | 9  | 4      | 3      | 2      | -      |

Der **Randschluss** war zur Baseline-Kontrolle bei allen Restaurationen perfekt (Code 0). Nach 2 Jahren waren die Füllungsråder bei 7 Füllungen bis zu 1/3 des Gesamtumfanges sondierbar. Zu keinem Zeitpunkt wurden Randspalten (Code 3) diagnostiziert (Tab. 11).

Tab. 11: „Randschluss“

| Tetric® Ceram  | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 15 | 15     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 13 | 4      | 9      | -      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 10 | 3      | 7      | -      | -      |
|                | 2 Jahre        | 9  | 2      | 7      | -      | -      |

Zu Beginn der Studie wurde an keiner Füllung eine **Stufenbildung**, weder Füllungsüberschüsse noch negative Stufen, beobachtet. Nach einem halben Jahr war bei 3 Restaurationen ein Füllungsüberschuss zu vermerken und nach 2 Jahren funktionsbedingt noch an 1 Füllung. Zur Abschlussuntersuchung konnte an 2 Restaurationen eine negative Stufe diagnostiziert werden (Tab. 12).

Tab. 12: „Stufenbildung“

| Tetric® Ceram  | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 15 | 15     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 13 | 10     | 3      | -      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 10 | 8      | 2      | -      | -      |
|                | 2 Jahre        | 9  | 5      | 1      | 2      | 1      |

Zu Baseline hatte keine der Füllungen eine **Verfärbung des Füllungsrandes**. Bereits nach einem halben Jahr mussten 4 Füllungen mit Code 1, d.h. einer erkennbaren Verfärbung von bis zu 1/3 des Gesamtumfanges, bewertet werden. Zum Abschluss der Studie zeigten 7 Restaurationen Verfärbungen des Füllungsrandes. Zu keinem Zeitpunkt wies eine der Füllungen eine Sekundärkaries mit Kavitation auf (Tab. 13).

Tab. 13: „Verfärbungen des Füllungsrandes“

| Tetric® Ceram  | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 15 | 15     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 13 | 8      | 4      | 1      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 10 | 4      | 5      | 1      | -      |
|                | 2 Jahre        | 9  | 2      | 4      | 3      | -      |

Die **klinische Akzeptanz** war anfangs bei allen Füllungen der nichtkariösen, keilförmigen Defekte gegeben (Code 0). Nach 2 Jahren waren alle Restaurationen klinisch noch akzeptabel. 3 Füllungen, die stärkere Verfärbungen im Füllungsrandbereich aufwiesen, konnten durch eine erneute Politur korrigiert werden (Code 2) (Tab. 14).

Tab. 14: „Klinische Akzeptanz“

| Tetric® Ceram  | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 15 | 15     | -      | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 13 | 10     | 3      | -      | -      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 10 | 6      | 3      | 1      | -      | -      |
|                | 2 Jahre        | 9  | 2      | 4      | 3      | -      | -      |

## Versorgung mit dem Kompomer Compoglass® F

Zu Baseline wiesen alle 18 Füllungen eine **anatomisch** korrekte **Form** auf. Nach zwei Jahren konnten noch 11 Füllungen mit Code 0 beurteilt werden. Bei 2 Restaurationen zeigte die Füllungskontur Mängel, die jedoch nicht zur Füllungskorrektur zwangen. Nach einem halben Jahr mussten 2, nach einem Jahr 1 und nach zwei Jahren weitere 2 Füllungen aufgrund vollständigen Füllungsverlustes (Code 4) ersetzt werden. Die Detailergebnisse sind in Tabelle 15 dargestellt.

Tab. 15: „Anatomische Form“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 | Code 5 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 18 | 13     | -      | 3      | -      | 2      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 16 | 12     | -      | 3      | -      | 1      | -      |
|                | 2 Jahre        | 15 | 11     | -      | 2      | -      | 2      | -      |

Zur Baseline-Untersuchung entsprachen 15 Compoglass® F- Füllungen im „**Farbverhalten**“ dem Zahnschmelz mit glänzender Oberfläche (Code 0). Nach 6 Monaten erhielten 3 Restaurationen Code 2 (zu hell) und fünf Code 3 (zu dunkel). Dies blieb bis zum Ende der Untersuchung nach 2 Jahren konstant (Tab. 16).

Tab. 16: „Farbverhalten“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 15     | 1      | 1      | 1      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 16 | 5      | 3      | 3      | 5      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 15 | 5      | 2      | 3      | 5      |
|                | 2 Jahre        | 13 | 5      | 1      | 3      | 4      |

Bezüglich ihrer **Oberflächenqualität** wiesen 16 Kompomerfüllungen zu Untersuchungsbeginn eine glatte Oberfläche auf, 2 zeigten lokale Inhomogenitäten (Code 1). Nach 2 Jahren hatten 8 Restaurationen eine glatte und 4 eine raue, aber homogene Oberfläche (Code 3) (Tab. 17).

Tab. 17: „Oberflächenqualität“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 16     | 2      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 16 | 10     | 4      | 2      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 15 | 9      | 2      | 3      | 1      |
|                | 2 Jahre        | 13 | 6      | 2      | 4      | 1      |

Der Anteil der Restaurationen ohne **Abrasionsspuren** nahm über den gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich ab. Nach 2 Jahren waren 7 Restaurationen ohne jegliche Abrasion. Parallel dazu wurden an allen anderen Füllungen jedoch nur geringe Abrasionen (Code 1 und 2) beobachtet. Ein ausgeprägter Substanzverlust konnte über die Dauer der Studie nicht nachgewiesen werden (Tab. 18).

Tab. 18: „Abrasion“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 16 | 12     | 1      | 3      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 15 | 10     | 3      | 2      | -      |
|                | 2 Jahre        | 13 | 7      | 3      | 3      | -      |

Der zu Baseline klinisch optimale **Randschluss** an allen Füllungen der nichtkariösen Defekte (Code 0), wurde zur Halb-Jahres-Untersuchung noch bei 10 Füllungen festgestellt. Die Zahl der Restaurationen, deren Rand nicht detektierbar war, nahm bis zur 2-Jahres-Beurteilung weiterhin kontinuierlich ab. Nach 2 Jahren war bei 9 Füllungen der Rand sondierbar, es wurde jedoch nie ein Randspalt diagnostiziert (Tab. 19).

Tab. 19: „Randschluss“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 16 | 10     | 5      | 1      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 15 | 6      | 7      | 2      | -      |
|                | 2 Jahre        | 13 | 4      | 6      | 3      | -      |

Zur Baseline-Bewertung wurden alle Füllungen im Grenzbereich Füllung/Zahn bezüglich der **Stufenbildung** mit Code 0 beurteilt. Füllungsüberschüsse (Code 1) wurden nach 6 Monaten an 4 Restaurationen, nach 2 Jahren nur noch an 3

Füllungen beobachtet. Eine negative Stufenbildung (Code 2) wurde erstmals nach 2 Jahren bei 3 Restaurationen registriert (Tab. 20).

Tab. 20: „Stufenbildung“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 16 | 12     | 4      | -      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 15 | 10     | 4      | -      | 1      |
|                | 2 Jahre        | 13 | 7      | 3      | 3      | -      |

Zu Baseline waren bei keiner Füllung **Verfärbungen des Füllungsrandes** dokumentierbar. Am Ende der Studie waren nur an 3 Kompomerrestaurationen keine Verfärbungen vorhanden, 6 Füllungen wiesen lokalisierte Verfärbungen (Code 1) und weitere 4 ausgeprägtere Verfärbungen (Code 2) auf (Tab. 21). In keinem Fall wurde eine Sekundärkaries diagnostiziert.

Tab. 21: „Verfärbungen des Füllungsrandes“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 16 | 14     | 2      | -      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 15 | 7      | 6      | 2      | -      |
|                | 2 Jahre        | 13 | 3      | 6      | 4      | -      |

Bezüglich der **klinischen Akzeptanz** wurden zum Baseline-Zeitpunkt alle Füllungen als korrekt (Code 0) bewertet. Nach 2 Jahren zeigten 6 Restaurationen Abweichungen von der Regel, waren aber klinisch akzeptabel (Code 1). 4 weitere Füllungen mussten aufgrund stärkerer marginaler Verfärbungen korrigiert werden (Code 2) (Tab. 22).

Tab. 22: „Klinische Akzeptanz“

| Compoglass®F   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 |
|----------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser, | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      | -      |
| keilförmiger   | 1/2 Jahr       | 16 | 10     | 6      | -      | -      | -      |
| Defekt         | 1 Jahr         | 15 | 8      | 6      | 1      | -      | -      |
|                | 2 Jahre        | 13 | 3      | 6      | 4      | -      | -      |

#### 4.1.2 kariöse Defekte (zirkuläre Schmelzbegrenzung)

##### Versorgung mit dem Komposit Tetric® Ceram

Die **anatomische Form** der Restaurationen veränderte sich über den gesamten Untersuchungszeitraum nicht. Es traten jedoch 2 Füllungsverluste (Code 4) auf (Tab. 23).

Tab. 23: „Anatomische Form“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 | Code 5 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 16 | 15     | -      | -      | -      | 1      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 15 | 14     | -      | -      | -      | 1      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 14     | -      | -      | -      | -      | -      |

Zur Basisuntersuchung waren alle 16 Kompositrestaurationen bezüglich ihres **Farbverhaltens** perfekt an den umgebenden Zahnschmelz adaptiert. Dieses gute Ergebnis blieb über den gesamten Kontrollzeitraum erhalten. Lediglich 2 Füllungen zu Beginn der Untersuchung und 6 nach 2 Jahren zeigten keine glänzende Oberfläche (Tab. 24).

Tab. 24: „Farbverhalten“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 14     | 2      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 15 | 12     | 3      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 11     | 3      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 8      | 6      | -      | -      |

Zur klinischen Kontrolle sofort nach Applikation der Füllungen war bei allen Restaurationen die **Oberflächenqualität** glatt und homogen. Während der 2jährigen Untersuchungszeit behielten alle Restaurationen mit Ausnahme von einer Füllung (Code 2) ihre glatte Oberfläche. Letztere wies eine raue, aber homogene Oberfläche auf. An 3 Füllungen traten Inhomogenitäten auf (Tab. 25).

Tab. 25: „Oberflächenqualität“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 15 | 12     | 2      | 1      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 10     | 3      | 1      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 10     | 3      | 1      | -      |

Insgesamt zeigten die Tetric® Ceram- Füllungen eine geringe **Abrasionsrate**. 5 Füllungen zeigten nach 2 Jahren geringe Abrasionen (Code 1 und 2). In keinem Fall traten ausgeprägte Substanzverluste auf (Tab. 26).

Tab. 26: „Abrasion“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 15 | 14     | 1      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 13     | 1      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 9      | 3      | 2      | -      |

Hinsichtlich des Kriteriums „**Randschluss**“ war über den gesamten Kontrollzeitraum eine kontinuierliche Verschlechterung zu verzeichnen. Analog zur Abnahme der Restaurationen, deren Rand nicht sondierbar war (Code 0), erhöhte sich die Anzahl der dem Code 1 (6 Füllungen nach 2 Jahren), d.h. sondierbarer Füllungsrand bis 1/3 des Gesamtumfanges, zuzuordnenden Füllungen. Ein Randspalt war zu keinem Zeitpunkt diagnostizierbar (Tab. 27).

Tab. 27: „Randschluss“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 15 | 14     | 1      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 9      | 5      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 8      | 6      | -      | -      |

Zur 1-Jahres-Untersuchung zeigten 11 von 14 Füllungen der schmelzbegrenzten Läsionen keine **Stufenbildung** (Code 0). 3 Restaurationen wiesen einen geringen Überschuss auf (Code 1). Eine negative Stufenbildung (Code 2) war erst nach zwei Jahren bei 2 Füllungen diagnostizierbar (Tab. 28).



Tab. 28: „Stufenbildung“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 15 | 13     | 2      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 11     | 3      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 9      | 3      | 2      | -      |

Zu Baseline wies keine der Restaurationen eine **Verfärbung des Füllungsrandes** auf. Zeigten zur 2. klinischen Nachkontrolle noch 13 der mit Tetric® Ceram gefüllten Kavitäten keine Verfärbung im Bereich des Füllungsrandes (Code 0), waren es am Ende der Studie noch 7 Füllungen. Eine Sekundärkaries trat bei keiner der Restaurationen auf (Tab. 29).

Tab. 29: „Verfärbungen des Füllungsrandes“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 15 | 13     | 1      | 1      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 8      | 5      | 1      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 7      | 6      | 1      | -      |

Alle 14 Tetric® Ceram- Füllungen waren nach 2 Jahren noch **klinisch akzeptabel**, 7 konnten als korrekt (Code 0) bewertet werden, 5 zeigten geringe Abweichungen von der Regel (Code 1). 2 Füllungen mussten durch erneutes Polieren korrigiert werden (Code 2), da sie stärkere marginale Verfärbungen aufwiesen (Tab. 30).

Tab. 30: „Klinische Akzeptanz“

| Tetric® Ceram                   | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 15 | 12     | 3      | -      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 10     | 3      | 1      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 7      | 5      | 2      | -      | -      |

## Versorgung mit dem Kompomer Compoglass® F

Die **anatomische Form** der vollständig schmelzbegrenzten Kavitäten blieb bei allen 14 Füllungen über den 2jährigen Untersuchungszeitraum korrekt. Es musste keine Restauration ersetzt werden (Tab. 31).

Tab. 31: „Anatomische Form“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 | Code 5 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 14     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 14     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 14     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 14     | -      | -      | -      | -      | -      |

Ein optimales **Farbverhalten** zeigten 13 Compoglass® F- Restaurationen direkt nach Anlage der Füllungen (Tab. 32). Nach 6 Monaten hatten 3 Füllungen ihren Oberflächenglanz verloren (Code 1) und nach zwei Jahren 4. Bereits zu Baseline erschien 1 Restauration zu hell (Code 2), während es zum Abschluss der Studie 3 waren.

Tab. 32: „Farbverhalten“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 13     | -      | 1      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 8      | 3      | 3      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 7      | 4      | 3      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 7      | 4      | 3      | -      |

Zur Baseline-Untersuchung war die **Oberflächenqualität** bei allen 14 Füllungen glatt, und bei 13 Restaurationen auch homogen (Code 0). 1 Füllung zeigte bereits zu diesem Zeitpunkt Inhomogenitäten. Diese Inhomogenitäten bei glatter Oberfläche wurden nach 2 Jahren an 4 Restaurationen beobachtet. Nur 1 Füllung wies zur Abschlusskontrolle eine raue Oberfläche auf (Code 2) (Tab. 33).

Tab. 33: „Oberflächenqualität“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 13     | 1      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 12     | 2      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 10     | 3      | 1      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 9      | 4      | 1      | -      |

**Abrasionen** in nur geringem Ausmaß wurden erstmals (Code 1 und 2) nach einem halben Jahr bei 2 Füllungen in den kariösen, schmelzbegrenzten Kavitäten beobachtet. Diese geringen Substanzverluste wiesen nach 2 Jahren mehr als die Hälfte (n=8) der Restaurationen auf (Tab. 34).

Tab. 34: „Abrasion“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 14     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 12     | 1      | 1      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 10     | 2      | 2      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 6      | 5      | 3      | -      |

Der anfangs sehr gute **Randschluss** der Compoglass® F- Füllungen reduzierte sich bis zur 2-Jahres-Untersuchung auf 6 Restaurationen. Bei 8 Füllungen war zu diesem Zeitpunkt der Füllungsrand lokalisiert sondierbar. Ein Randspalt trat nicht auf (Tab. 35).

Tab. 35: „Randschluss“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 14     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 10     | 4      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 8      | 6      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 6      | 8      | -      | -      |

Den Verlauf der klinischen Bewertung der Kompomerfüllungen bezüglich des Kriteriums „**Stufenbildung**“ zeigt Tabelle 36. Von den insgesamt 14 Füllungen mit einem kontinuierlichen Übergang von der Füllung zum Zahn (Code 0) war nach 6 Monaten an 3 Restaurationen und am Ende der Studie an 1 Füllung ein Füllungsüberschuss (Code 1) zu diagnostizieren. Eine negative Stufe (Code 2) trat nach 2 Jahren bei 3 Füllungen auf.

Tab. 36: „Stufenbildung“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 14     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 11     | 3      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 10     | 3      | 1      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 10     | 1      | 3      | -      |

**Verfärbungen des Füllungsrandes** wurden schon nach einem halben Jahr lokalisiert an 4 Kompomerfüllungen (Code 1) beobachtet. Nach einem Jahr Liegedauer wurden diese an 7 Restaurationen deutlich. Dies blieb bis zur Abschlusskontrolle konstant. Eine Füllung zeigte nach 6 Monaten und 2 nach zwei Jahren ausgeprägtere Randverfärbungen (Code 2) (Tab. 37).

Tab. 37: „Verfärbungen des Füllungsrandes“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 14     | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 9      | 4      | 1      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 5      | 7      | 2      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 5      | 7      | 2      | -      |

Bezüglich der **klinischen Akzeptanz** wurden zu Baseline alle Compoglass® F-Füllungen als korrekt bewertet (Code 0). Zum Ende der Untersuchung konnten 12 Restaurationen als klinisch akzeptabel beurteilt werden, 2 Füllungen waren korrigierbar (Code 2) (Tab. 38).

Tab. 38: „Klinische Akzeptanz“

| Compoglass®F                    | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 |
|---------------------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 14 | 14     | -      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 14 | 10     | 4      | -      | -      | -      |
|                                 | 1 Jahr         | 14 | 9      | 4      | 1      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 14 | 5      | 7      | 2      | -      | -      |

### *kariöse Defekte (Schmelz/Dentinbegrenzung)*

#### *Versorgung mit dem Komposit Tetric® Ceram*

Die anfangs korrekte **anatomische Form** bei allen Restaurationen veränderte sich nur geringfügig (Tab. 39). Zur Halb-Jahres- und 1-Jahres-Kontrolle wurde jeweils ein vollständiger Füllungsverlust beobachtet (Code 4).

Tab. 39: „Anatomische Form“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 | Code 5 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 16 | 14     | -      | 1      | -      | 1      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 15 | 13     | -      | 1      | -      | 1      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 14     | -      | -      | -      | -      | -      |

Alle Tetric® Ceram- Füllungen waren zu Baseline bezüglich des **Farbverhaltens** perfekt an das umgebende Zahnhartgewebe adaptiert (Code 0 und 1) und nach 2 Jahren noch 9 Füllungen. 1 Restauration erschien am Ende der Studie zu hell (Code 2) und 4 zu dunkel (Code 3) (Tab. 40).

Tab. 40: „Farbverhalten“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 12     | 4      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 15 | 8      | 3      | 1      | 3      |
|                     | 1 Jahr         | 14 | 4      | 5      | 1      | 4      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 4      | 5      | 1      | 4      |

Alle Füllungen hatten bezüglich der **Oberflächenqualität** zu Baseline eine glatte Oberfläche (Code 0 und 1), jedoch bereits 2 Füllungen lokale Inhomogenitäten, welche sich nach einem halben Jahr bei 6 Restaurationen zeigten und dann konstant blieben (Tab. 41).

Tab. 41: „Oberflächenqualität“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 14     | 2      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 15 | 9      | 6      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 14 | 7      | 6      | 1      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 7      | 6      | 1      | -      |

Der größte Teil der Füllungen (n=10) in den gemischten Kavitäten wies bis zur Nachuntersuchung nach 2 Jahren keine **Abrasion** auf (Code 0). Jeweils 2 Füllungen hatten zu diesem Zeitpunkt einen geringen Substanzverlust (Code 1 und 2) (Tab. 42).

Tab. 42: „Abrasion“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 15 | 14     | -      | 1      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 14 | 11     | 1      | 2      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 10     | 2      | 2      | -      |

Bei Baseline wiesen alle Kompositfüllungen einen perfekten **Randschluss** auf. Nach 2 Jahren erfüllten noch 5 Restaurationen dieses Kriterium mit Code 0. Zu diesem Zeitpunkt war bei 9 Füllungen der Rand lokalisiert detektierbar (Code 1). Ein Randspalt war nicht zu diagnostizieren (Tab. 43).

Tab. 43: „Randschluss“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 15 | 9      | 6      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 14 | 5      | 9      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 5      | 9      | -      | -      |

Zur klinischen Baseline-Kontrolle waren alle Kompositfüllungen ohne jegliche **Stufenbildung** (Code 0). Zur Halb-Jahres-Kontrolle waren 12 und nach 2 Jahren noch 9 Restaurationen ohne Stufenbildung. Zur 2-Jahres-Kontrolle wiesen nur 2 Füllungen Überschüsse (Code 1) und 1 Restauration eine negative Stufe (Code 2) auf (Tab. 44).

Tab. 44: „Stufenbildung“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 15 | 12     | 3      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 14 | 9      | 3      | 1      | 1      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 9      | 2      | 1      | 2      |

Zur Abschlussuntersuchung konnten 7 Füllungen mit sehr gut, d.h. ohne **Verfärbungen im Füllungsrandbereich** (Code 0), bewertet werden. 6 Restaurationen wiesen zum gleichen Zeitpunkt eine lokalisierte Verfärbung des Füllungsrandes auf (Code 1). Eine Sekundärkaries war während der gesamten Kontrollzeit nicht zu dokumentieren (Tab. 45).

Tab. 45: „Verfärbungen des Füllungsrandes“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 15 | 10     | 5      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 14 | 8      | 6      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 7      | 6      | 1      | -      |

Nach 2 Jahren waren 12 Tetric® Ceram- Füllungen **klinisch akzeptabel** und 2 Restaurationen aufgrund stärkerer Verfärbungen korrigierbar (Tab. 46).

Tab. 46: „Klinische Akzeptanz“

| Tetric® Ceram       | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 16 | 16     | -      | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 15 | 11     | 4      | -      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 14 | 8      | 5      | 1      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 14 | 5      | 7      | 2      | -      | -      |

### *Versorgung mit dem Kompomer Compoglass® F*

Die Kompomerfüllungen zeigten zu allen Nachkontrollen, mit Ausnahme von 1 Restauration, eine korrekte **anatomische Form**. Allerdings kam es bereits zur Halb-Jahres-Untersuchung zu einem vollständigen Füllungsverlust (Code 4) (Tab. 47).

Tab. 47: „Anatomische Form“

| Compoglass®F        | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 | Code 5 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 18 | 17     | -      | -      | -      | 1      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 17 | 16     | -      | 1      | -      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 17 | 16     | -      | 1      | -      | -      | -      |

Zur Basisuntersuchung waren 16 Restaurationen in ihrer Farbe an das umgebende Zahnhartgewebe perfekt adaptiert (Code 0 und 1), und 12 Füllungen wiesen auch eine glänzende Oberfläche auf (Code 0). Dieses gute **Farbverhalten** blieb bei 9 Restaurationen bis zur 2-Jahres-Kontrolle erhalten. 5 Füllungen mussten als zu hell (Code 2) und 3 als zu dunkel (Code 3) bewertet werden (Tab. 48).

Tab. 48: „Farbverhalten“

| Compoglass®F        | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 18 | 12     | 4      | 2      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 17 | 4      | 8      | 3      | 2      |
|                     | 1 Jahr         | 17 | 3      | 7      | 4      | 3      |
|                     | 2 Jahre        | 17 | 1      | 8      | 5      | 3      |

Die **Oberflächenqualität** der Kompomerfüllungen wurde zur klinischen Kontrolle sofort nach Applikation als glatt bewertet (Code 0). 1 Füllung wies zu Baseline bereits lokale Inhomogenitäten auf (Code 1) und nach 2 Jahren 8 Füllungen. Eine raue Oberfläche (Code 2 und 3) wurde bei 3 Restaurationen nach 2 Jahren beobachtet (Tab. 49).

Tab. 49: „Oberflächenqualität“

| Compoglass®F | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|--------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität      | Baseline       | 18 | 17     | 1      | -      | -      |
|              | 1/2 Jahr       | 17 | 11     | 6      | -      | -      |
|              | 1 Jahr         | 17 | 8      | 7      | 1      | 1      |
|              | 2 Jahre        | 17 | 6      | 8      | 2      | 1      |

Der Anteil der Restaurationen mit klinisch nachweisbaren **Abrasionen** nahm über den gesamten Untersuchungszeitraum zu. Nach 2 Jahren zeigten 10 Füllungen keine Abrasionen. Parallel dazu erhöhte sich die Anzahl der Füllungen mit einem Substanzverlust entsprechend individuellem Muster (Code 1) auf 4 Füllungen. 1 Restauration musste mit Code 3 („ausgeprägter Substanzverlust“) bewertet werden (Tab. 50).



Tab. 50: „Abrasion“

| Compoglass®F        | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 17 | 14     | 3      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 17 | 12     | 2      | 2      | 1      |
|                     | 2 Jahre        | 17 | 10     | 4      | 2      | 1      |

Der anfänglich perfekte **Randschluss** war nach 2 Jahren noch bei 6 Füllungen zu beobachten (Tab. 51). Bereits nach einem halben Jahr war an 8 Restaurationen der Rand lokalisiert sondierbar und nach 2 Jahren an 10 Füllungen (Code 1). Ein Randspalt wurde nie diagnostiziert.

Tab. 51: „Randschluss“

| Compoglass®F        | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 17 | 9      | 8      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 17 | 7      | 9      | 1      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 17 | 6      | 10     | 1      | -      |

Unter dem Kriterium **Stufenbildung** wurden sowohl positive als auch negative Stufen zusammengefasst. Nach 6 Monaten wiesen 4 Compoglass® F-Restaurationen Füllungsüberschüsse (Code 1) auf. Abrasionsbedingt nahmen diese bis zum Studienende ab und waren dann noch bei 2 Füllungen zu beobachten. Bei 3 Restaurationen trat nach 2 Jahren eine negative Stufenbildung auf (Tab. 52).

Tab. 52: „Stufenbildung“

| Compoglass®F        | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 17 | 13     | 4      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 17 | 12     | 3      | 1      | 1      |
|                     | 2 Jahre        | 17 | 11     | 2      | 3      | 1      |

**Verfärbungen des Füllungsrandes** waren zu Baseline nicht zu beobachten. Nach 2 Jahren erfüllten noch 7 Restaurationen dieses Kriterium mit Code 0. Dennoch wiesen 5 Füllungen lokalisierte Verfärbungen (Code 1) und weitere 5 ausgeprägtere marginale Verfärbungen auf (Code 2) (Tab. 53).

Tab. 53: „Verfärbungen des Füllungsrandes“

| Compoglass®F        | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 17 | 14     | 1      | 2      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 17 | 11     | 4      | 2      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 17 | 7      | 5      | 5      | -      |

Zur Abschlusskontrolle nach 2 Jahren waren 14 Restaurationen **klinisch akzeptabel** und 3 korrigierbar. Letztere zeigten marginale Verfärbungen größeren Ausmaßes, die jedoch durch eine erneute Politur entfernt werden konnten (Tab. 54).

Tab. 54: „Klinische Akzeptanz“

| Compoglass®F        | Kontrollzeiten | n  | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 | Code 4 |
|---------------------|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 18 | 18     | -      | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 17 | 12     | 5      | -      | -      | -      |
|                     | 1 Jahr         | 17 | 10     | 5      | 2      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 17 | 7      | 7      | 3      | -      | -      |

## **Zusammenfassung klinische Ergebnisse**

Von 47 applizierten Tetric® Ceram- Füllungen wurden 37, bei Compoglass® F 44 von primär 50 Füllungen über 2 Jahre klinisch lückenlos kontrolliert.

- Alle über 24 Monate kontrollierten Tetric® Ceram- und Compoglass® F-Füllungen waren zu Studienende noch klinisch akzeptabel.
- Die Qualität bei den Kriterien Abrasionsresistenz, Randschluss und anatomische Form nahm bei beiden Materialien innerhalb des Untersuchungszeitraums etwas ab.
- Tetric® Ceram zeigte defektunabhängig ein signifikant besseres Farbverhalten der Restaurationen.
- Bei beiden Materialien waren die Ergebnisse von der primären Defektart abhängig.
- Die kariösen, schmelzbegrenzten Kavitäten (Abb. 7, 8) zeigten bei beiden Materialien die besten Resultate, gefolgt von den „gemischten“ Kavitäten.
- Die keilförmigen Defekte (Abb. 5, 6) zeigten in fast allen Untersuchungskriterien bei beiden Materialien die schlechtesten Ergebnisse, insbesondere bei den Kriterien Stufenbildung, Randschluss und Verfärbungen des Füllungsrandes.
- Bei beiden Materialien traten bei keiner Füllung unabhängig von der Defektart Sekundärkaries, klinisch objektivierbare Randspalten und Hypersensibilitäten auf.
- Bei beiden Materialien traten Füllungsverluste am häufigsten bei den keilförmigen Defekten auf.

## 4.2 Ergebnisse unter Split-mouth-Berücksichtigung

Bei 7 von primär 12 Patienten mit mindestens 2 keilförmigen Defekten und je mindestens einer Tetric® Ceram- und einer Compoglass® F- Füllung konnten über den Zeitraum von 24 Monaten bezüglich des Farbverhaltens, der Abrasion, des Randschlusses, sowie positiver bzw. negativer Stufenbildung für alle Patienten unabhängig vom Material die gleichen Wertungen (Codierungen) registriert werden.

Bei den Füllungsverlusten bezüglich der Lokalisation auf der rechten bzw. linken Kieferhälfte zeigten die Compoglass® F- Füllungen eine Linksdominanz. Materialunabhängig traten bei allen Patienten mehr Füllungsverluste im Unterkiefer auf.

Bei 20 von 21 Patienten mit mindestens 2 kariösen Defekten und pro Patient mindestens einer Tetric® Ceram- und einer Compoglass® F- Füllung konnte über den Zeitraum von 24 Monaten bei den Kriterien Abrasion, Randschluss und positive bzw. negative Stufenbildung unabhängig vom Material für die meisten Patienten die gleiche Bewertung (Codierung) gefunden werden.

Ein möglicher individueller Einfluss ist nur bei dem Farbverhalten beider Materialien zu erkennen.

Die detaillierten Ergebnisse (Codierungen) sind in den Tabellen 105 bis 114 (siehe Anhang) aufgelistet.



Abb. 5 a-d Patient R.K. Zahn 24 Tetric® Ceram- Füllung, nichtkariöser, keilförmiger Defekt  
a=Baseline, b=6 Monate, c=12 Monate, d=24 Monate



Abb. 6 a-d Patient U.W. Zahn 33 Compoglass® F- Füllung, nichtkariöser, keilförmiger Defekt  
a=Baseline, b=6 Monate, c=12 Monate, d=24 Monate



Abb. 7 a-d Patient A.N. Zahn 23 Tetric® Ceram- Füllung, Kavität schmelzbegrenzt  
a=Baseline, b=6 Monate, c=12 Monate, d=24 Monate



Abb. 8 a-d Patient M.L. Zahn 14 Compoglass® F- Füllung, Kavität schmelzbegrenzt,  
a=Baseline, b=6 Monate, c=12 Monate, d=24 Monate

### 4.3 Ergebnisse der mikromorphologischen Kontrollen

Von den anfangs 42 ausgewählten Füllungen konnten 39 (Tab. 55) lückenlos mikromorphologisch bewertet werden. Die Befunddokumentationen hierfür erfolgten parallel zu den klinischen Kontrollen, Baseline, nach 6 und nach 24 Monaten.

Tab. 55: mikromorphologisch-kontrollierte Füllungen nach 2 Jahren

| Material      | nichtkariöser<br>keilförmiger<br>Defekt | kariöse<br>Kavität<br>schmelzbegrenzt | kariöse<br>Kavität<br>gemischt | gesamt    |
|---------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Tetric® Ceram | 5                                       | 7                                     | 6                              | 18        |
| Compoglass® F | 7                                       | 7                                     | 7                              | 21        |
| gesamt        | 12                                      | 14                                    | 13                             | <b>39</b> |

Die mikromorphologische Beurteilung der Restaurationen erfolgte mit Hilfe der M-Kriterien (**m**-micromorphological) des **CPM**-Indexes.

#### 4.3.1 nichtkariöse, keilförmige Defekte

##### *Versorgung mit dem Komposit Tetric® Ceram*

Das Ergebnis der mikromorphologischen Bewertung nach dem Kriterium „**Oberflächenrauigkeit**“ zeigt, dass keine der 5 Füllungen über den gesamten Zeitraum auf der kompletten Oberfläche eine glatte Struktur aufwies. Zu Beginn der Studie hatten 4 Restaurationen eine überwiegend glatte Oberfläche (Code 1) und nach 2 Jahren noch 2 (Tab. 56).

Tab. 56: „Oberflächenrauigkeit“

| Tetric® Ceram<br>n=5                     | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|--|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,<br>keilförmiger<br>Defekt | Baseline       | -      | 4      | 1      | -      |
|  | 1/2 Jahr       | -      | 4      | 1      | -      |
|  | 2 Jahre        | -      | 2      | 1      | 2      |

Von den Tetric® Ceram- Füllungen hatten zu Baseline 2 Restaurationen eine homogene **Oberflächentextur** (Code 0). Bereits nach 6 Monaten waren an allen Füllungen Inhomogenitäten zu beobachten (Tab. 57).

Tab. 57: „Oberflächentextur“

| Tetric® Ceram<br>n=5 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,       | Baseline       | 2      | 2      | 1      | -      |
| keilförmiger         | 1/2 Jahr       | -      | 4      | 1      | -      |
| Defekt               | 2 Jahre        | -      | 3      | 2      | -      |

Bei dem globalen Kriterium „**Randschluss**“ konnte zur Basisuntersuchung keine Füllung als „perfekt“ eingestuft werden. 4 Füllungen wiesen zu mehr als 2/3 des Gesamtumfanges Randimperfectionen auf (Code 3). Nach zwei Jahren waren noch 2 Füllungen mit Code 3 zu bewerten. Die Verbesserung des Randschlusses nach 2 Jahren war vor allem auf die abrasionsbedingte Nivellierung der Füllungsüberschüsse zurückzuführen (Tab. 58, Abb. 9).

Tab. 58: „Randschluss“

| Tetric® Ceram<br>n=5 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,       | Baseline       | -      | -      | 1      | 4      |
| keilförmiger         | 1/2 Jahr       | -      | 1      | 1      | 3      |
| Defekt               | 2 Jahre        | -      | -      | 3      | 2      |

Zu Baseline waren an allen Tetric® Ceram- Restaurationen **Füllungsüberschüsse** zu beobachten und bei 4 Füllungen traten sie an mehr als 2/3 der Zirkumferenz auf. Nach 2 Jahren musste noch 1 Füllung mit Code 3 beurteilt werden. 1 Restauration wies keine Füllungsüberschüsse mehr auf, was hauptsächlich mit der unter Funktion stattfindenden Abrasion zu erklären war (Tab. 59, Abb. 10).

Tab. 59: „Füllungsüberschüsse“

| Tetric® Ceram<br>n=5 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,       | Baseline       | -      | 1      | -      | 4      |
| keilförmiger         | 1/2 Jahr       | -      | 1      | 1      | 3      |
| Defekt               | 2 Jahre        | 1      | -      | 3      | 1      |

**Randabbrüche** wurden bei den Füllungen der nichtkariösen Defekte selten beobachtet. Nach einem halben Jahr wies 1 Füllung einen lokalisierten Randabbruch (Code 1) auf und zum Abschluss der Studie 2 Restaurationen (Tab. 60).



Tab. 60: „Randabbrüche“

| Tetric® Ceram<br>n=5 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,       | Baseline       | 5      | -      | -      | -      |
| keilförmiger         | 1/2 Jahr       | 4      | 1      | -      | -      |
| Defekt               | 2 Jahre        | 3      | 2      | -      | -      |

**Negative Stufen** wurden während der ersten beiden Nachkontrollen nicht diagnostiziert. Erst nach 2 Jahren war bei 1 Kompositfüllung eine negative Stufenbildung zwischen 1/3 und 2/3 des Gesamtumfanges (Code 2) diagnostizierbar (Tab. 61).

Tab. 61: „Negative Stufenbildung“

| Tetric® Ceram<br>n=5 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,       | Baseline       | 5      | -      | -      | -      |
| keilförmiger         | 1/2 Jahr       | 5      | -      | -      | -      |
| Defekt               | 2 Jahre        | 4      | -      | 1      | -      |

Zur Basis- und Halb-Jahres-Kontrolle konnten weder **Mikroleakage** (Mikrolücken) noch **Randspalten** nachgewiesen werden. Nach 2jähriger Liegedauer waren an 2 Füllungen vereinzelt Mikroleakage feststellbar (Tab. 62).

Tab. 62: „Mikroleakage und Randspalten“

| Tetric® Ceram<br>n=5 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,       | Baseline       | 5      | -      | -      | -      |
| keilförmiger         | 1/2 Jahr       | 5      | -      | -      | -      |
| Defekt               | 2 Jahre        | 3      | 2      | -      | -      |

Zu Beginn der Untersuchung zeigte keine der Tetric® Ceram- Füllungen **weitere Randimperfectionen** (Frakturen randnaher Füllungsanteile, Schmelzfrakturen). Nach einem halben Jahr konnte an 1 Restauration lokalisiert eine Fraktur im Füllungsrandbereich (Code 1) beobachtet werden (Tab. 63).

Tab. 63: „Weitere Randimperfectionen“

| Tetric® Ceram<br>n=5 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,       | Baseline       | 5      | -      | -      | -      |
| keilförmiger         | 1/2 Jahr       | 4      | 1      | -      | -      |
| Defekt               | 2 Jahre        | 4      | 1      | -      | -      |

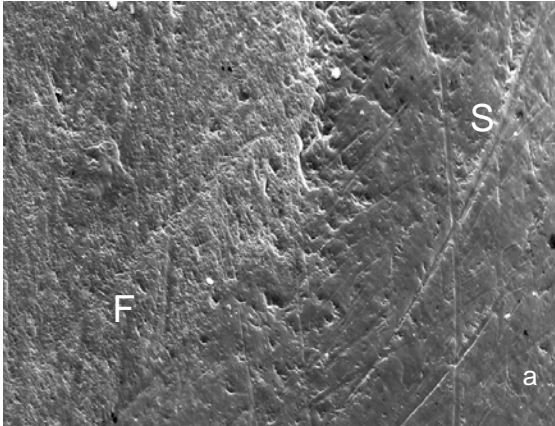


Abb. 9 a Patient H.D. Zahn 21 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Tetric® Ceram- Füllung, Baseline, perfekter Rand, nur durch die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit ist der Übergang von Füllung - Zahn erkennbar (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

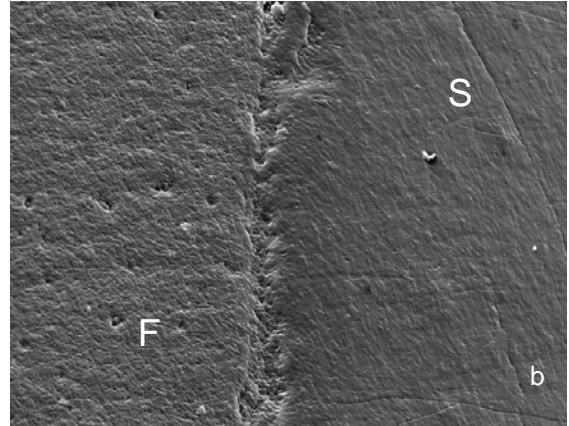


Abb. 9 b Patient H.D. Zahn 21 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Tetric® Ceram- Füllung, 24 Monate, negative Stufenbildung durch Abrasion des Füllungsmaterials (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

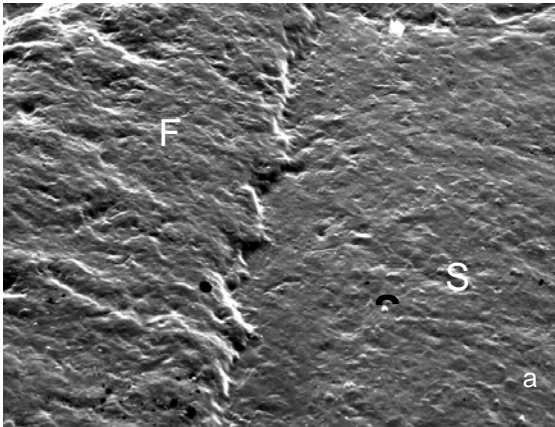


Abb. 10 a Patient A.K. Zahn 21 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Tetric® Ceram- Füllung, Baseline, Füllungsüberschuss (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

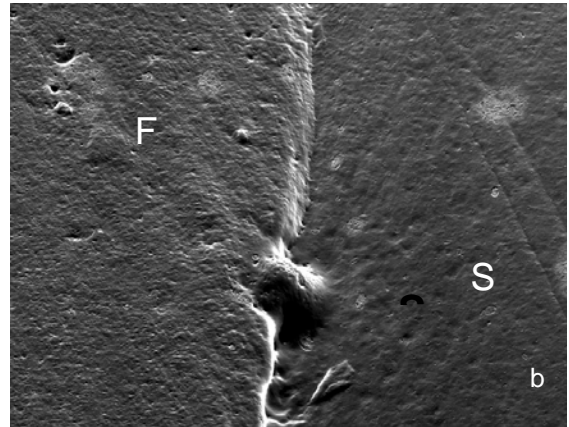


Abb. 10 b Patient A.K. Zahn 21 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Tetric® Ceram- Füllung, 24 Monate, nutzungsbedingte Abrasion der Füllungsoberfläche und des Füllungsrandes, weiterhin Füllungsüberschuss (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

## Versorgung mit dem Kompomer Compoglass® F

Bezüglich der **Oberflächenrauigkeit** konnten bei Baseline 2 der 7 Füllungen als vollständig glatt (Code 0) bewertet werden. 5 Restaurationen wiesen lokale Rauigkeiten auf. Bereits zur Halb-Jahres-Untersuchung zeigte keine der Füllungen mehr eine glatte Oberfläche (Tab. 64).

Tab. 64: „Oberflächenrauigkeit“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | 2      | 5      | -      | -      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | -      | 7      | -      | -      |
| Defekt              | 2 Jahre        | -      | 2      | 4      | 1      |

Zu Baseline zeigten 2 Restaurationen eine homogene **Oberflächentextur**. 5 Kompomerfüllungen wiesen lokale Inhomogenitäten auf. Bei der Halb-Jahres-Kontrolle waren bei allen Restaurationen Inhomogenitäten nachzuweisen (Tab. 65).

Tab. 65: „Oberflächentextur“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | 2      | 4      | 1      | -      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | -      | 5      | 2      | -      |
| Defekt              | 2 Jahre        | -      | 5      | 2      | -      |

Keine Füllung wies zur Anfangsuntersuchung einen perfekten **Randschluss** auf. 5 Compoglass® F- Füllungen zeigten bereits zu Baseline an mehr als 2/3 des Gesamtumfanges marginale Imperfektionen (Code 3), dies veränderte sich bis zum Studienende nicht (Tab. 66).

Tab. 66: „Randschluss“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | -      | -      | 2      | 5      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | -      | 1      | 2      | 4      |
| Defekt              | 2 Jahre        | -      | -      | 2      | 5      |

**Füllungsüberschüsse** zeigten alle Restaurationen über den 2-Jahres-Untersuchungszeitraum. Allerdings war das Ausmaß der Überschüsse zum

Studienende geringer als zu Baseline. So wiesen anfänglich 4 Füllungen an mehr als 2/3 ihres Gesamtumfanges Überschüsse auf und nach 2 Jahren noch 1 Restauration (Tab. 67, Abb. 11).

Tab. 67: „Füllungsüberschüsse“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | -      | -      | 3      | 4      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | -      | 2      | 2      | 3      |
| Defekt              | 2 Jahre        | -      | 3      | 3      | 1      |

**Randabbrüche** wurden erstmals nach 2 Jahren beobachtet. Dabei wiesen 2 Restaurationen der nichtkariösen Defekte lokalisierte und 2 weitere Füllungen Randabbrüche an mehr als 1/3 ihrer Zirkumferenz (Code 2) auf (Tab. 68).

Tab. 68: „Randabbrüche“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | 7      | -      | -      | -      |
| Defekt              | 2 Jahre        | 3      | 2      | 2      | -      |

Mit Ausnahme von 1 Füllung wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum keine **negativen Stufen** beobachtet (Tab. 69).

Tab. 69: „Negative Stufenbildung“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | 6      | 1      | -      | -      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | 6      | 1      | -      | -      |
| Defekt              | 2 Jahre        | 6      | 1      | -      | -      |

Keine der Restaurationen entwickelte während des ersten halben Jahres **Mikroleakage oder Randspalten**. Alle Restaurationen zeigten mit Ausnahme von 1 Füllung nach 2jähriger Liegedauer vereinzelt Mikroleakage (Code 1). Randspalten traten nie auf (Tab. 70).

Tab. 70: „Mikroleakage und Randspalten“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | 7      | -      | -      | -      |
| Defekt              | 2 Jahre        | 1      | 6      | -      | -      |

**Weitere Randimperfectionen** (Frakturen randnaher Füllungsanteile, Schmelzfrakturen) wurden zur Halb-Jahres-Untersuchung an 3 Füllungen in Form von Frakturen füllungsnaher Randbereiche bis 1/3 des Gesamtumfanges (Code 1) festgestellt. Dieses Ergebnis blieb bis zur 2-Jahres-Kontrolle stabil (Tab. 71, Abb. 12).

Tab. 71: „Weitere Randimperfectionen“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| nichtkariöser,      | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
| keilförmiger        | 1/2 Jahr       | 4      | 3      | -      | -      |
| Defekt              | 2 Jahre        | 4      | 3      | -      | -      |

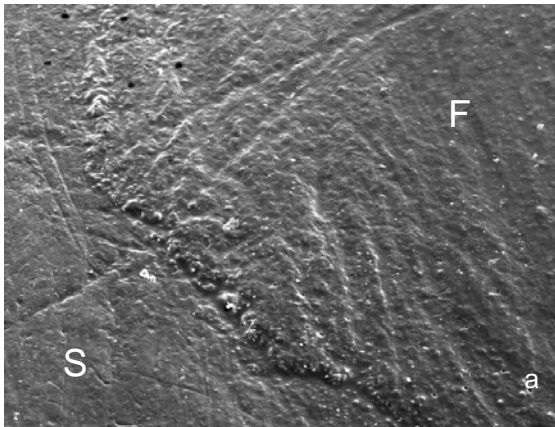


Abb. 11 a Patient B.M. Zahn 13 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Compoglass® F- Füllung, Baseline, Füllungsüberschuss  
(Vergr. 150x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

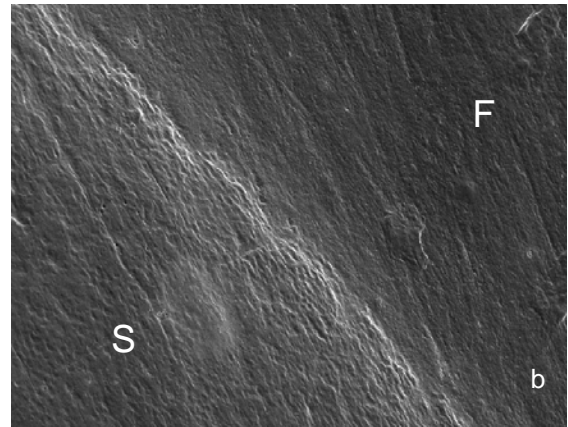


Abb. 11 b Patient B.M. Zahn 13 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Compoglass® F- Füllung, 24 Monate, Füllungsüberschüsse infolge Abrasion beseitigt  
(Vergr. 150x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

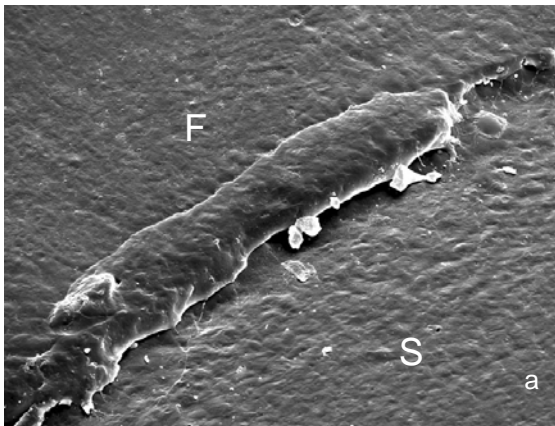


Abb. 12 a Patient U.H. Zahn 34 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Compoglass® F- Füllung, 6 Monate, Füllungsrandfraktur  
(Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

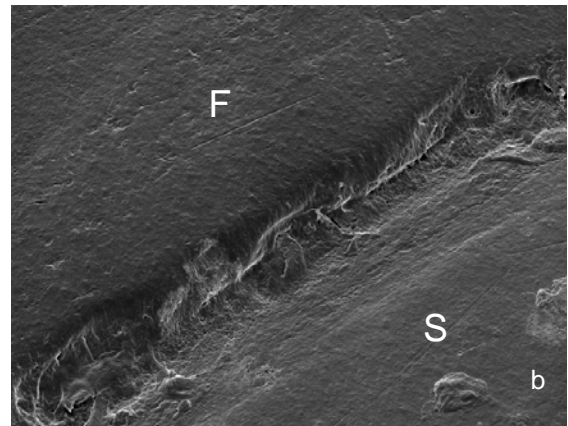


Abb. 12 b Patient U.H. Zahn 34 nichtkariöser, keilförmiger Defekt, Compoglass® F- Füllung, 24 Monate, Randabbruch  
(Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

#### 4.3.2 kariöse Defekte (zirkuläre Schmelzbegrenzung)

##### Versorgung mit dem Komposit Tetric® Ceram

**Oberflächenrauigkeiten** wiesen bereits zur Baseline-Bewertung 5 Kompositrestaurationen und ab der 6-Monats-Kontrolle alle 7 Restaurationen auf (Tab. 72).

Tab. 72: „Oberflächenrauigkeit“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 2      | 4      | 1      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | -      | 6      | 1      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | -      | -      | 4      | 3      |

Zu Beginn der Untersuchung hatten 2 Restaurationen eine homogene **Oberflächentextur**. Bereits zur 6-Monats-Bewertung wurden an allen 7 Tetric® Ceram- Füllungen lokale Inhomogenitäten (Code 1) beobachtet (Tab. 73).

Tab. 73: „Oberflächentextur“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 2      | 5      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | -      | 7      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | -      | 7      | -      | -      |

Keine Kompositfüllung wies zu Baseline einen perfekten **Randschluss** auf. Nach einer 1/2jährigen Liegedauer waren bei 5 Restaurationen die Randimperfectionen auf bis zu 2/3 des Gesamtumfanges der Füllung lokalisiert (Code 2) (Tab. 74, Abb. 13).

Tab. 74: „Randschluss“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | -      | 1      | 4      | 2      |
|                                 | 1/2 Jahr       | -      | 1      | 5      | 1      |
|                                 | 2 Jahre        | -      | 1      | 5      | 1      |

**Füllungsüberschüsse** zeigten zu Baseline alle Tetric® Ceram- Füllungen. Bis zum Ende der Studie kam es abrasionsbedingt zu einer Abnahme der

Füllungsüberschüsse, so dass nach 2 Jahren 2 Restaurationen keine Überschüsse mehr aufwiesen (Tab. 75, Abb. 14).

Tab. 75: „Füllungsüberschüsse“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | -      | 4      | 3      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 1      | 4      | 2      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 2      | 3      | 1      | 1      |

**Randabbrüche** wurden bei den Füllungen der schmelzbegrenzten Kavitäten erstmals nach 2 Jahren beobachtet. Dabei handelte es sich ausschließlich um lokalisierte Randabbrüche bei 4 Füllungen (Tab. 76).

Tab. 76: „Randabbrüche“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 3      | 4      | -      | -      |

Zur Basisuntersuchung wies keine der Füllungen eine **negative Stufenbildung** auf. Nach einem halben Jahr zeigten 3 und nach 2 Jahren 4 Restaurationen negative Stufen bis 1/3 des Gesamtumfanges (Code 1) (Tab. 77).

Tab. 77: „Negative Stufenbildung“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 4      | 3      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 3      | 4      | -      | -      |

Während der gesamten Untersuchung konnten keine **Randspalten** festgestellt werden. An 3 Restaurationen traten nach 2 Jahren vereinzelt Mikrolücken (**Mikroleakage**) auf (Tab. 78).

Tab. 78: „Mikroleakage und Randspalten“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 4      | 3      | -      | -      |



**Weitere Randimperfectionen** in Form von Frakturen randnaher Füllungs-  
bereiche bis max. 1/3 der Zirkumferenz wurden nach einem halben Jahr an 2  
Restaurationen und nach 2 Jahren an 3 Kompositfüllungen beobachtet (Tab.  
79).

Tab. 79: „Weitere Randimperfectionen“

| Tetric® Ceram<br>n=7            | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 5      | 2      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 4      | 3      | -      | -      |

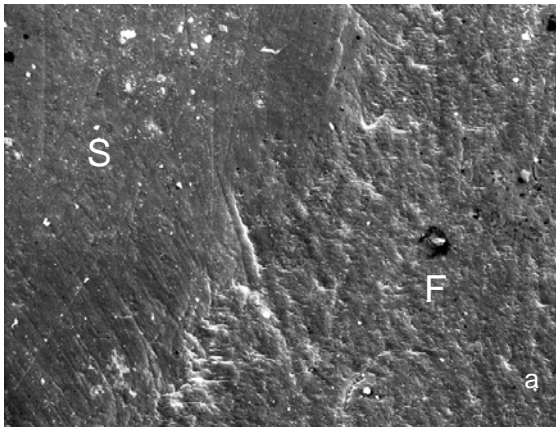


Abb. 13 a Patient U.W. Zahn 13 Kavität schmelzbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, Baseline, perfekte marginale Integrität (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

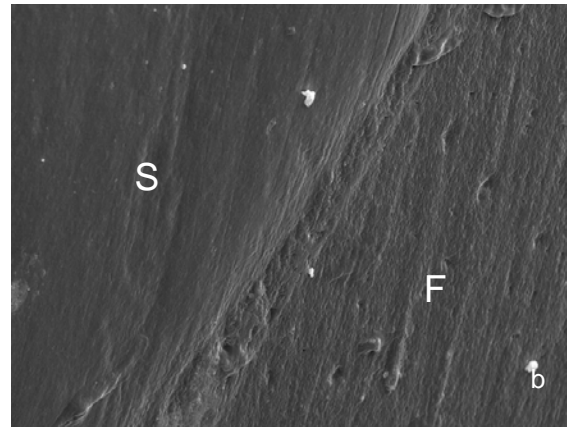


Abb. 13 b Patient U.W. Zahn 13 Kavität schmelzbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, 24 Monate, abrasionsbedingte Veränderung der Füllungs Oberfläche und des Füllungsrandes, weiterhin perfekter Rand (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

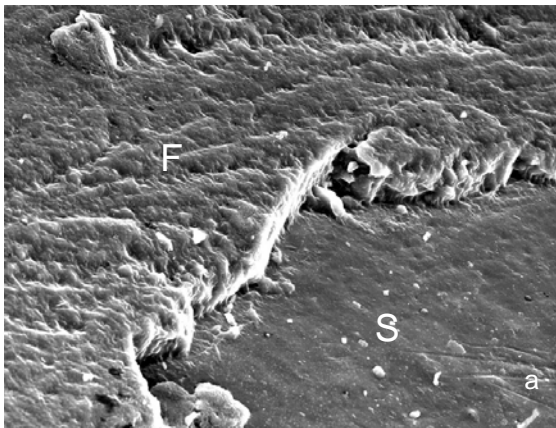


Abb. 14 a Patient M.L. Zahn 13 Kavität schmelzbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, Baseline, Füllungsüberschuss (Vergr. 500x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

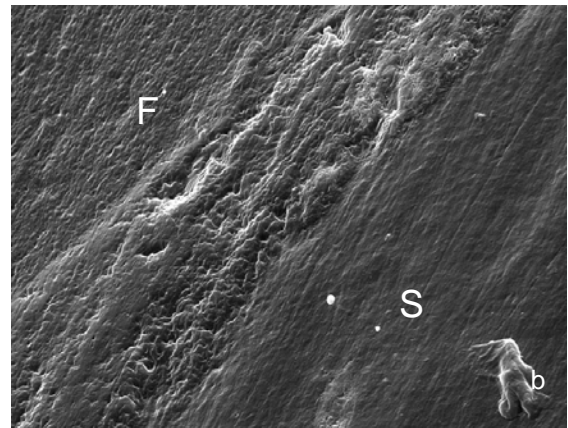


Abb. 14 b Patient M.L. Zahn 13 Kavität schmelzbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, 24 Monate, Füllungsüberschüsse infolge Abrasion beseitigt (Vergr. 500x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

## Versorgung mit dem Kompomer Compoglass® F

5 der 7 Füllungen konnten zu Beginn der Studie bezüglich ihrer **Oberflächenrauigkeit** als glatt (Code 0) bewertet werden. Nach 2 Jahren ließen alle 7 Restaurationen eine fast ausschließlich raue Oberfläche erkennen (Tab. 80).

Tab. 80: „Oberflächenrauigkeit“

| Compoglass®F<br>n=7             | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 5      | 2      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 1      | 6      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | -      | -      | 5      | 2      |

Bezüglich der **Oberflächentextur** zeigte sich im gesamten Untersuchungszeitraum eine zunehmende Verschlechterung. Ab der 6-Monats-Kontrolle wiesen alle Compoglass® F- Füllungen Inhomogenitäten auf (Code 1 und 2) (Tab. 81).

Tab. 81: „Oberflächentextur“

| Compoglass®F<br>n=7             | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 3      | 4      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | -      | 6      | 1      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | -      | 4      | 3      | -      |

Bezüglich des globalen Kriteriums „**Randschluss**“ konnte keine Füllung zu keinem Kontrollzeitpunkt als perfekt angesehen werden. Randimperfectionen waren bei den meisten Restaurationen an mehr als 1/3 des Gesamtumfanges zu beobachten (Code 2 und 3) (Tab. 82).

Tab. 82: „Randschluss“

| Compoglass®F<br>n=7             | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | -      | 1      | 3      | 3      |
|                                 | 1/2 Jahr       | -      | 2      | 4      | 1      |
|                                 | 2 Jahre        | -      | 2      | 3      | 2      |

An allen Compoglass® F- Füllungen wurden bei Baseline **Füllungsüberschüsse** unterschiedlichen Ausmaßes beobachtet. Innerhalb der 2 Jahre

kam es zu einer Verbesserung des Ergebnisses, was auf eine abrasionsbedingte Nivellierung der marginalen Überschüsse zurück geführt werden konnte. So waren 3 Füllungen zur Abschlussuntersuchung ohne marginale Überschüsse (Tab. 83, Abb. 15).

Tab. 83: „Füllungsüberschüsse“

| Compoglass®F<br>n=7             | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | -      | 4      | 1      | 2      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 1      | 3      | 2      | 1      |
|                                 | 2 Jahre        | 3      | 1      | 1      | 2      |

Sofort nach Füllungsapplikation wies keine der Restaurationen der kariösen, schmelzbegrenzten Läsionen **Randabbrüche** auf. Erst zur 2-Jahres-Kontrolle wurde an 1 Füllung ein lokalisierter Randabbruch (Code 1) beobachtet (Tab. 84).

Tab. 84: „Randabbrüche“

| Compoglass®F<br>n=7             | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 6      | 1      | -      | -      |

Eine **negative Stufenbildung** war nach 2 Jahren Liegedauer bei 3 Restaurationen zu verzeichnen (Tab. 85, Abb. 16).

Tab. 85: „Negative Stufenbildung“

| Compoglass®F<br>n=7             | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>schmelz-<br>begrenzt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                                 | 1/2 Jahr       | 4      | 3      | -      | -      |
|                                 | 2 Jahre        | 4      | 2      | 1      | -      |

Erst zur 2-Jahres-Kontrolle wurden an 4 Compoglass® F- Füllungen vereinzelt **Mikroleakage** beobachtet. Randspalten traten nie auf (Tab. 86).

Tab. 86: „Mikroleakage und Randspalten“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität             | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
| schmelz-            | 1/2 Jahr       | 7      | -      | -      | -      |
| begrenzt            | 2 Jahre        | 3      | 4      | -      | -      |

**Weitere** lokalisierte **Randimperfectionen** (Code 1) in Form von Frakturen im Füllungsrand- oder Schmelzbereich traten nach einem halben Jahr bei 2 Kompomerfüllungen und nach 24 Monaten bei 3 Restaurationen auf (Tab. 87).

Tab. 87: „Weitere Randimperfectionen“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität             | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
| schmelz-            | 1/2 Jahr       | 5      | 2      | -      | -      |
| begrenzt            | 2 Jahre        | 4      | 3      | -      | -      |

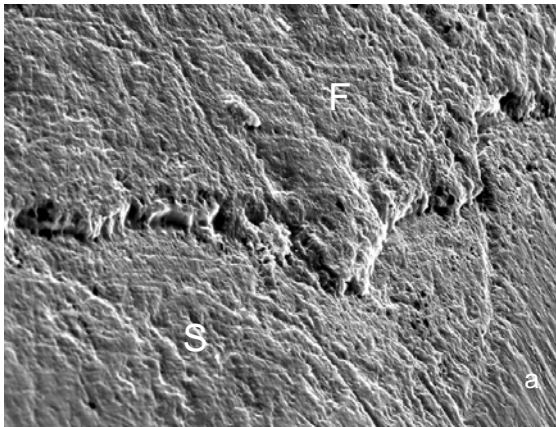


Abb. 15 a Patient P.A. Zahn 23 Kavität schmelzbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, Baseline, Füllungsüberschuss (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

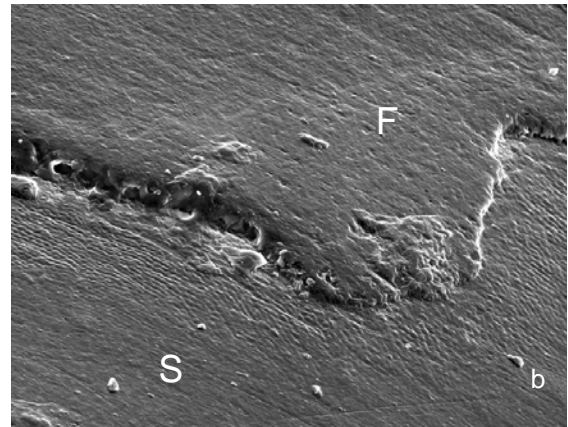


Abb. 15 b Patient P.A. Zahn 23 Kavität schmelzbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, 24 Monate, abrasionsbedingte Veränderung der Füllungs Oberfläche und des Füllungsrandes, weiterhin Füllungsüberschuss (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

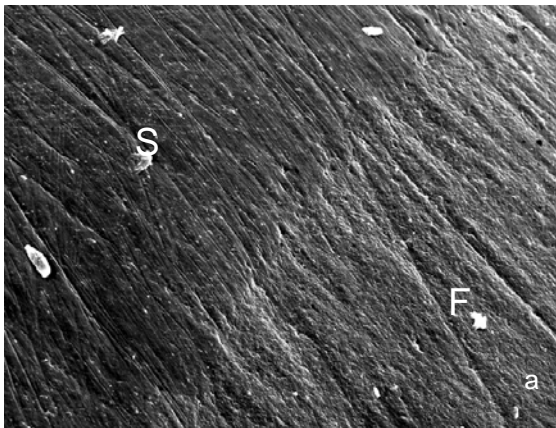


Abb. 16 a Patient C.D. Zahn 13 Kavität schmelzbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, Baseline, perfekter Rand, Polierspuren auf der Füllungs Oberfläche (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

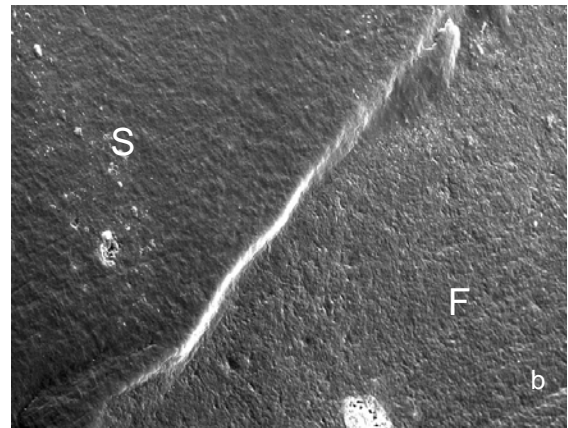


Abb. 16 b Patient C.D. Zahn 13 Kavität schmelzbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, 24 Monate, negative Stufenbildung und glatte Füllungs Oberfläche durch Abrasion des Füllungsmaterials (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

*kariöse Defekte (Schmelz/Dentinbegrenzung)*

*Versorgung mit dem Komposit Tetric® Ceram*

4 der 6 kontrollierten Kompositfüllungen zeigten zur Anfangsuntersuchung bezüglich der **Oberflächenrauigkeit** eine glatte Oberfläche mit lokalen Rauigkeiten (Code 1). Diese Rauigkeiten traten im Verlauf der Studie gehäuft auf. Nach 2 Jahren wurden sie an allen Restaurationen beobachtet und fast ausschließlich an mehr als 1/3 der Gesamtoberfläche (Code 2 und 3) (Tab. 88).

Tab. 88: „Oberflächenrauigkeit“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | 1      | 4      | 1      | -      |
|                      | 1/2 Jahr       | -      | 4      | 2      | -      |
|                      | 2 Jahre        | -      | 1      | 3      | 2      |

Zur ersten Kontrolle direkt nach dem Legen der Restaurationen wiesen 2 Füllungen eine homogene **Oberflächentextur** auf. Nach einem halben Jahr zeigten alle Restaurationen Inhomogenitäten, die weitestgehend auf kleine Areale der Oberfläche beschränkt blieben (Code 1). Zur Abschlusskontrolle wurden an 4 Füllungen größere Areale mit Inhomogenitäten beobachtet (Tab. 89).

Tab. 89: „Oberflächentextur“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | 2      | 4      | -      | -      |
|                      | 1/2 Jahr       | -      | 6      | -      | -      |
|                      | 2 Jahre        | -      | 2      | 4      | -      |

Der **Randschluss** war sowohl zu Baseline als auch zum Studienende nach 2 Jahren bei keiner Füllung perfekt. Diese Imperfektionen waren an mehr als ein Drittel des Gesamtumfanges feststellbar (Code 2 und 3) (Tab. 90, Abb. 18).

Tab. 90: „Randschluss“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | -      | -      | 4      | 2      |
|                      | 1/2 Jahr       | -      | 1      | 4      | 1      |
|                      | 2 Jahre        | -      | -      | 4      | 2      |

Zur Basisuntersuchung zeigten mit Ausnahme von 1 Füllung alle Restaurationen **Füllungsüberschüsse** über 1/3 des Gesamtumfanges (Code 2 und 3). Nach einem halben Jahr konnten diese ausgedehnten Überschüsse noch an 2 Restaurationen diagnostiziert werden. Dieses Ergebnis blieb bis zum Ende der Studie unverändert (Tab. 91).

Tab. 91: „Füllungsüberschüsse“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | -      | 1      | 3      | 2      |
|                      | 1/2 Jahr       | -      | 4      | 1      | 1      |
|                      | 2 Jahre        | -      | 4      | 1      | 1      |

Sofort nach Applikation der Füllungen konnten keine **Randabbrüche** dokumentiert werden (Tab. 92). Am Ende der mikromorphologischen Verlaufskontrolle nach 2 Jahren wurde an 2 Tetric® Ceram- Füllungen ein lokalisierter Randabbruch festgestellt.

Tab. 92: „Randabbrüche“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | 6      | -      | -      | -      |
|                      | 1/2 Jahr       | 5      | 1      | -      | -      |
|                      | 2 Jahre        | 4      | 2      | -      | -      |

Zur Basisuntersuchung wies 1 Füllung lokalisiert eine **negative Stufenbildung** (Code 1) auf und ab einem halben Jahr Liegezeit 3 Restaurationen (Tab. 93, Abb. 17).

Tab. 93: „Negative Stufenbildung“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | 5      | 1      | -      | -      |
|                      | 1/2 Jahr       | 3      | 3      | -      | -      |
|                      | 2 Jahre        | 3      | 3      | -      | -      |



Das Auftreten von Mikrolücken (**Mikroleakage**) oder **Randspalten** war bis zum 2. Kontrolltermin nicht zu vermerken. Nach 2 Jahren wurden bei der Hälfte der Restaurationen vereinzelte Mikroleakage festgestellt (Code 1). Randspalten traten nie auf (Tab. 94).

Tab. 94: „Mikroleakage und Randspalten“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | 6      | -      | -      | -      |
|                      | 1/2 Jahr       | 6      | -      | -      | -      |
|                      | 2 Jahre        | 3      | 3      | -      | -      |

Bei 1 Füllung wurden **weitere Randimperfectionen** in Form von Frakturen randnaher Füllungsbereiche oder Schmelzrandfrakturen (Code 1) bereits zur Baseline-Kontrolle beobachtet. Dieses Ergebnis blieb bis zum Studienende stabil (Tab. 95).

Tab. 95: „Weitere Randimperfectionen“

| Tetric® Ceram<br>n=6 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt  | Baseline       | 5      | 1      | -      | -      |
|                      | 1/2 Jahr       | 5      | 1      | -      | -      |
|                      | 2 Jahre        | 5      | 1      | -      | -      |

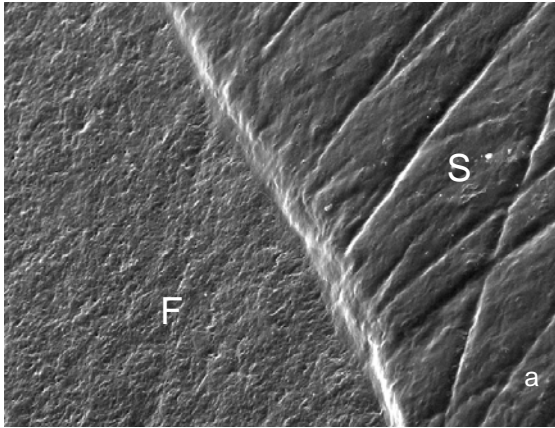


Abb. 17 a Patient R.W. Zahn 11 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, 6 Monate, negative Stufenbildung durch Abrasion des Füllungsmaterials (Vergr. 500x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

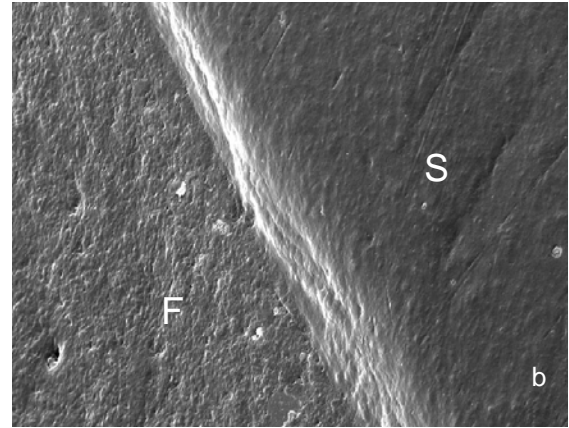


Abb. 17 b Patient R.W. Zahn 11 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, 24 Monate, abrasionsbedingte Verstärkung der negativen Stufe (Vergr. 500x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

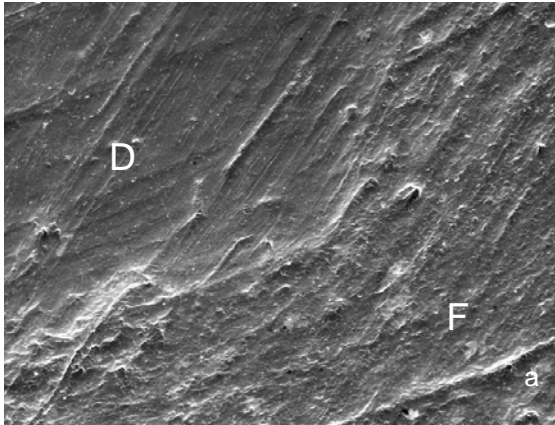


Abb. 18 a Patient U.H. Zahn 45 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, Baseline, perfekter Rand, nur durch die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit ist der Übergang von Füllung - Zahn erkennbar (Vergr. 500x)  
(F=Füllung, D=Dentin)

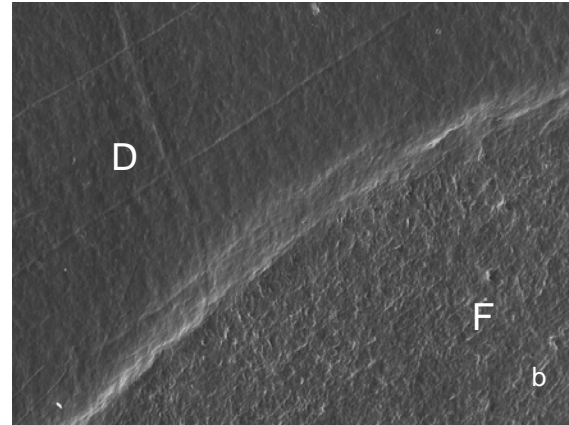


Abb. 18 b Patient U.H. Zahn 45 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Tetric® Ceram- Füllung, 24 Monate, beginnende negative Stufenbildung infolge Abrasion des Füllungsmaterials (Vergr. 500x)  
(F=Füllung, D=Dentin)

## Versorgung mit dem Kompomer Compoglass® F

Die **Oberflächenrauigkeit** nahm bis zum Ende der Studie kontinuierlich zu. Während zu Baseline 4 von 7 Füllungen dem Code 1 („lokale Inhomogenitäten“) zugeordnet wurden, war es nach 2 Jahren noch 1 Füllung. Alle anderen Restaurationen wiesen Oberflächenrauigkeiten an mehr als 1/3 der Gesamtoberfläche auf (Code 2 und 3) (Tab. 96).

Tab. 96: „Oberflächenrauigkeit“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 2      | 4      | 1      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 1      | 5      | 1      | -      |
|                     | 2 Jahre        | -      | 1      | 4      | 2      |

Zu Beginn der Untersuchung wiesen 2 der mikromorphologisch bewerteten Kompomerrestaurationen eine homogene **Oberflächentextur** auf. Ab der 1/2-Jahres-Kontrolle zeigten alle Füllungen Inhomogenitäten auf der Oberfläche (Code 1 und 2) (Tab. 97).

Tab. 97: „Oberflächentextur“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 2      | 3      | 2      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | -      | 3      | 4      | -      |
|                     | 2 Jahre        | -      | 4      | 3      | -      |

Bereits zu Baseline war ein schlechter **Randschluss** zu erkennen. Alle 7 Füllungen mussten mit Code 2 oder 3 bewertet werden. Nach 2 Jahren war eine geringe Verbesserung des Randschlusses zu verzeichnen, was vor allem auf die funktionsbedingte Nivellierung der Füllungsüberschüsse zurückzuführen war (Tab. 98).

Tab. 98: „Randschluss“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | -      | -      | 4      | 3      |
|                     | 1/2 Jahr       | -      | -      | 6      | 1      |
|                     | 2 Jahre        | -      | -      | 6      | 1      |

Alle Kompomerfüllungen wiesen zur Basisuntersuchung mehr oder weniger **Füllungsüberschüsse** auf (Code 1-3). Die Füllungsüberschüsse nahmen während der 2 Jahre in Funktion ab. Zu diesem Zeitpunkt zeigten 2 der Füllungen einen perfekten Rand (Code 0) (Tab. 99, Abb. 20).

Tab. 99: „Füllungsüberschüsse“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | -      | 3      | 2      | 2      |
|                     | 1/2 Jahr       | 1      | 3      | 2      | 1      |
|                     | 2 Jahre        | 2      | 4      | -      | 1      |

Zu Beginn der Studie waren alle 7 Compoglass® F- Füllungen ohne **Randabbrüche** (Code 0). Lokalisierte Randabbrüche wurden nach einem halben Jahr an 1 Füllung und nach 2 Jahren an 3 Restaurationen beobachtet (Tab. 100).

Tab. 100: „Randabbrüche“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 6      | 1      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 4      | 3      | -      | -      |

Bereits zu Baseline zeigten 2 Füllungen der schmelz/dentinbegrenzten Kavitäten lokalisiert eine **negative Stufenbildung** (Code 1). Nach 6 Monaten Tragedauer stieg die Zahl auf 4 Füllungen an. Zur Abschlussuntersuchung war noch 1 Restauration ohne negative Stufe (Tab. 101, Abb. 19).

Tab. 101: „Negative Stufenbildung“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 5      | 2      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 3      | 4      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 1      | 5      | 1      | -      |

**Mikroleakage** (Mikrolücken) traten erst nach 2 Jahren zwar nur vereinzelt (Code 1), aber mit Ausnahme 1 Füllung, an allen Restaurationen auf (Tab. 102). Ausgeprägte Mikroleakage oder Randspalten wurden nicht beobachtet.

Tab. 102: „Mikroleakage und Randspalten“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 7      | -      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 1      | 6      | -      | -      |

Direkt nach Anlage der Füllungen wurden an keiner der Restaurationen **weitere Randimperfectionen** (Frakturen im Füllungsrandbereich, Schmelzrandfrakturen) beobachtet (Tab. 103). Seit der 2-Jahres-Kontrolle war bei 2 Füllungen ein lokalisierter Füllungsbruch im Randbereich zu vermerken.

Tab. 103: „Weitere Randimperfectionen“

| Compoglass®F<br>n=7 | Kontrollzeiten | Code 0 | Code 1 | Code 2 | Code 3 |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Kavität<br>gemischt | Baseline       | 7      | -      | -      | -      |
|                     | 1/2 Jahr       | 5      | 2      | -      | -      |
|                     | 2 Jahre        | 5      | 2      | -      | -      |

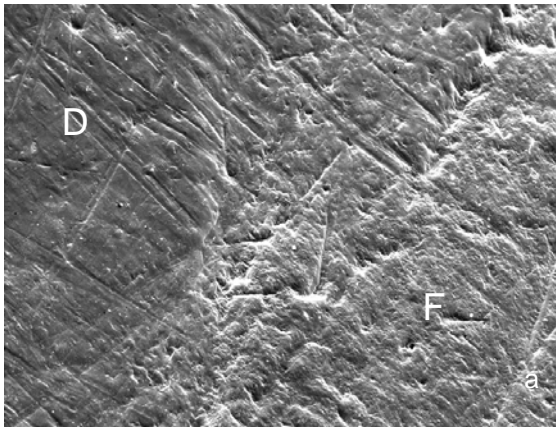


Abb. 19 a Patient W.S. Zahn 23 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, Baseline, perfekte marginale Integrität (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, D=Dentin)

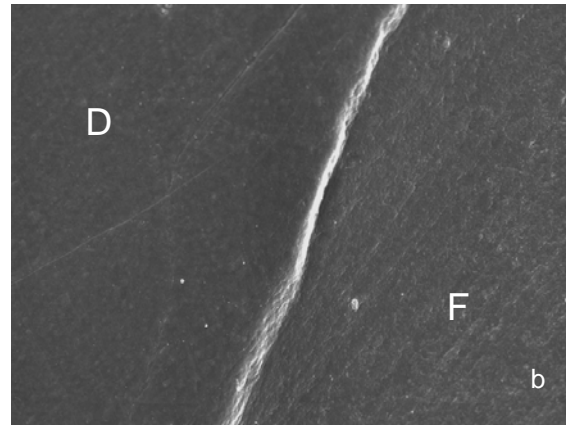


Abb. 19 b Patient W.S. Zahn 23 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, 24 Monate, negative Stufenbildung und glatte Füllungs Oberfläche durch Abrasion des Füllungsmaterials (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, D=Dentin)

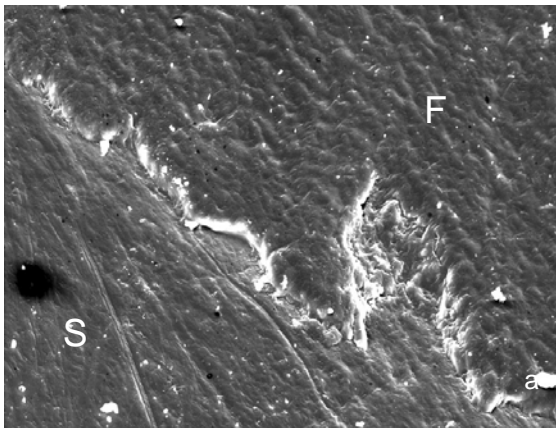


Abb. 20 a Patient R.W. Zahn 23 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, Baseline, Füllungsüberschuss (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

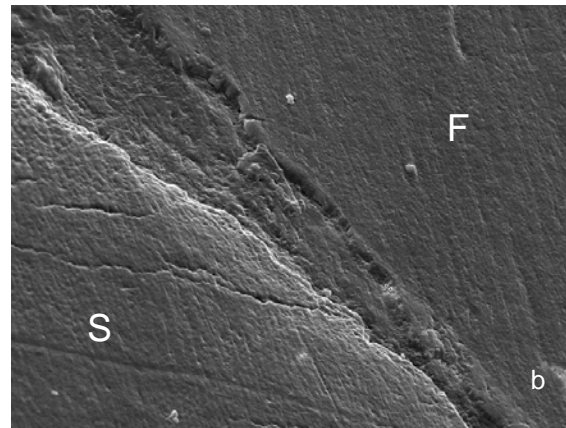


Abb. 20 b Patient R.W. Zahn 23 Kavität schmelz/dentinbegrenzt, Compoglass® F- Füllung, 24 Monate, Füllungsüberschüsse infolge Abrasion beseitigt (Vergr. 300x)  
(F=Füllung, S=Schmelz)

## **Zusammenfassung mikromorphologische Ergebnisse**

18 Tetric<sup>®</sup> Ceram- und 21 Compoglass<sup>®</sup> F- Füllungen wurden über 2 Jahre lückenlos mikromorphologisch kontrolliert.

- Bezüglich der Kriterien Oberflächentextur, Füllungsüberschüsse und negative Stufenbildung verhielten sich Tetric<sup>®</sup> Ceram und Compoglass<sup>®</sup> F bei allen Defektarten vergleichbar.
- Die schon zu Baseline vorhandenen Füllungsüberschüsse bei beiden Materialien wurden bis zum Studienende größtenteils nivelliert und führten bei Compoglass<sup>®</sup> F teilweise zu einer negativen Stufenbildung.
- Bei dem globalen Kriterium Randschluss, sowie bezüglich von Randabbrüchen und Schmelz- und Füllungsrandfrakturen waren die Ergebnisse defektunabhängig bei den Compoglass<sup>®</sup> F- Restaurationen geringfügig schlechter.
- Bei der Bewertung des Randschlusses zeigten materialunabhängig die Füllungen bei den „gemischten“ Kavitäten schlechtere Ergebnisse als die der schmelzbegrenzten Kavitäten.
- Nach 2 Jahren zeigten besonders die Restaurationen der nichtkariösen Defekte lokale Randabbrüche.
- Die mikromorphologischen Ergebnisse im Hinblick auf Füllungsüberschüsse und negative Stufen wurden materialunabhängig von der Defektart bestimmt. Füllungsüberschüsse traten vorrangig bei den keilförmigen Defekten und negative Stufen überwiegend bei den „gemischten“ kariösen Läsionen auf.
- Beide Materialien zeigten defektunabhängig wenig Mikrolücken (Mikroleakage) und in keinem Fall Randspalten.

#### **4.4 Statistische Auswertung der Ergebnisse**

Bei dem klinischen Kriterium „Farbverhalten“ konnte eine Signifikanz ( $p=0,021$ ) der Tetric® Ceram- Füllungen gegenüber den Compoglass® F- Restaurationen mit Hilfe des Mc Nemar- Tests nachgewiesen werden. Bei allen anderen klinischen Kriterien („Anatomische Form“, „Oberflächenqualität“, „Abrasion“, „Randschluss“, „Stufenbildung“, „Verfärbungen des Füllungsrandes“ und „Klinische Akzeptanz“) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Tetric® Ceram- und den Compoglass® F- Füllungen nachgewiesen werden.

Auch mikromorphologisch traten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der einzelnen Kriterien zwischen beiden Materialien auf.

Allerdings muss auf die relativ geringe Stichprobengröße hingewiesen werden, die eher dazu führt, dass die Nullhypothese (keine Signifikanz) beibehalten wird.



## 5. Diskussion

Die endgültige Entscheidung über die Akzeptanz eines Restaurationsmaterials kann nur aufgrund mittelfristiger klinischer Studien getroffen werden.

In der vorliegenden Studie handelte es sich um einen Direktvergleich (Split-mouth-Technik) eines modifizierten Feinpartikel-Hybrid-Komposits (Tetric® Ceram) und eines sogenannten Kompomers (Compoglass® F) über einen Zeitraum von 2 Jahren. Beide Materialien wurden bei Zahnhalsläsionen unterschiedlicher Ätiologie und Topografie verwendet und klinisch bewertet. Ausgewählte Restaurationen aller drei Defektarten wurden zusätzlich mikromorphologisch beurteilt.

Für diese Studie wurden Patienten mit mindestens zwei kariösen und/oder nichtkariösen Defekten im Zahnhalsbereich ausgewählt.

Bei allen Patienten wurde der Mundhygienestatus erhoben. Dazu wurde der Plaque-Index nach Silness und Loe (SLI, 1964) und der modifizierte Sulkus-Blutungs-Index nach Mühlemann und Son (SBI, 1971) angewandt. Um stärkere individuelle Faktoren ausschließen zu können, fielen Patienten mit einer Blutung beim schonenden Sondieren des Sulkus (SBI) ebenso aus der Studie heraus, wie jene, die eine mäßige oder starke Plaqueablagerung im Bereich des Zahnhalses (SLI>1) aufwiesen. Weitere Ausschlusskriterien waren avitale oder gelockerte Zähne sowie eine erhöhte Kariesanfälligkeit. Außerdem führte ein übermäßiger Nikotinabusus (> 20 Zigaretten/Tag) und/oder der Genuss von mehr als 5 Tassen Schwarzem Tee pro Tag zum Ausschluss aus der Studie.

So wurde die Möglichkeit vergrößert die Therapiesicherheit in Abhängigkeit vom Material und darüber hinaus einen eventuellen individuellen Einfluss, der unabhängig von auffallend schlechter Mundhygiene bzw. exzessiven individuellen Gewohnheiten ist, zu überprüfen.

Für die klinische Beurteilung der Füllungen kamen in der vorliegenden 2-Jahres-Studie die **C**-Kriterien des modifizierten **CPM**-Index (Clinical, Photographical and Microscopical Coding) zur Anwendung (Hoyer et al. 1993, Gängler et al. 1995, Langer 1996). Durch die zahn- und zeitbezogene Dokumentation von 8 Kriterien sind die gewonnenen Resultate jederzeit

reproduzier- und prüfbar. Die differenzierte Codierung jedes einzelnen Kriteriums reduziert mögliche Fehlerquellen und lässt es zu, dass präzise Aussagen getroffen werden können. Durch die qualitative und semiquantitative Beurteilung kann füllungsbezogen auch die Dynamik der nutzungsbedingten Veränderungen eingeschätzt werden (Hoyer et al. 1993, Gängler et al. 1995). Der CPM-Index stellt ein kompatibles System zu den Bewertungsmethoden nach Cvar und Ryge (1971) und Ryge und Snyder (1973) dar. In zahlreichen klinisch-kontrollierten Studien wurden und werden diese USPHS-Kriterien zur Einschätzung des in-vivo-Verhaltens von zahnfarbenen, plastischen Restaurationsmaterialien verwendet. Dieses Bewertungssystem beschränkt sich auf rein klinisch-funktionale Ergebnisse der Gesamtfüllung. Eine Codierung erfolgte in den Kriterien „Farbanpassung“, „Randadaptation“, „Anatomische Form“, „Randverfärbung“ und „Sekundärkaries“. Anhand dieses Systems kann zwischen einer klinisch akzeptablen oder nicht akzeptablen Füllung unterschieden werden. Bei dieser Bewertung ist die Differenz zwischen den einzelnen Wertungen relativ groß, so dass vor allem initiale Veränderungen, nicht eindeutig erkennbar sind.

Um das frühe Deteriorationsrisiko zu erfassen, wurden anteilig Füllungen in unserer Studie einer zusätzlichen **mikromorphologischen** Kontrolle unterzogen.

Die hohe Detailwiedergabe und geringe Artefaktanfälligkeit der Replikas erlauben präzise Aussagen zu mikrostrukturellen, nutzungsbedingten Veränderungen von Füllungsoberfläche und Füllungsrand. Die Codierung in den einzelnen mikromorphologischen (**M**-)Kriterien des **CPM**-Index erwies sich jedoch teilweise als zu kritisch. Trat bei einer Restauration z.B. eine kleinste Randimperfektion auf, die deutlich weniger als 1/3 des Gesamtumfanges betrug, wurde sie bereits mit Code 1 bewertet. Deshalb resultiert in der vorliegenden Studie ein eher schlechtes als zu gutes Ergebnis.

Während die Replikatechnik besonders im okklusalen Bereich relativ sicher anzuwenden ist, gestaltet sich dies in der Zahnhalsregion aufgrund der anatomischen Gegebenheiten schwieriger. Trotz Anwendung eigens für diese Studie hergestellter individueller Abformlöffel konnten die Grenzflächenbeziehungen Füllung-Zahn im gingivalen Bereich im Rasterelektronen-

mikroskop nicht immer sauber dargestellt werden. Obwohl alle Kavitätengrenzen supragingival bzw. gingival lagen, waren durch die stärkere Konvexität in dieser Region der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung zum Teil methodisch Grenzen gesetzt.

Im Ergebnis unserer klinischen Studie mussten innerhalb von 2 Jahren 11 der 33 Füllungen bei den **nichtkariösen, keilförmigen Defekten** ersetzt werden (6 Tetric® Ceram-, 5 Compoglass® F- Restaurationen). Die meisten Verluste (n=8) traten innerhalb des ersten Jahres auf.

Die relativ hohe Verlustrate in unserer Studie ist mit großer Wahrscheinlichkeit durch die fehlende Retention und fehlende Schmelzanschrägung bei der Füllungsanlage bedingt, auch wenn andere Autoren dies empfehlen (Blunck 1996). Trotz Anwendung eines Mehrkomponentenhaftvermittlers, dessen bessere Wirksamkeit im Vergleich zu One-bottle-Systemen von mehreren Autoren (Blunck 1996, Frankenberger et al. 1999, Haller und Fritzenschaft 1999) bestätigt wird, konnte keine höhere Retentionsrate erzielt werden. Eine weitere mögliche Ursache für den Verlust der Füllungen könnte darin gesehen werden, dass wir nur bei wenigen Füllungen mit Kofferdam arbeiten konnten und auch die relative Trockenlegung im Unterkiefer häufig schwierig war. Dies ist für die Sicherheit des adhäsiven Verbundes in jedem Fall negativ. Die hohe Sensitivität der Adhäsivsysteme kommt bei der Therapiesicherheit im Zahnhalsbereich besonders stark zum Ausdruck (Häfer und Merte 2001). Patienten mit keilförmigen Defekten weisen häufig eine intensive Mundhygiene auf (Lussi und Jaeggi 2002), so dass meist eine Linksdominanz dieser Defekte mit überwiegender Rechtshändigkeit nachweisbar ist (Klimm und Graehn 1993). Auch in unserer Studie kam es bei beiden Materialien im 2. und 3. Quadranten zu mehr Füllungsverlusten als im 1. und 4. Quadranten.

Eine vergleichsweise hohe Verlustrate bei den Kompomeren Dyract® (22%) und Compoglass® (17%) und hier besonders bei nichtkariösen Defekten waren auch bei Schuster et al. (1999) nach 2 Jahren Liegedauer zu verzeichnen. Auch hier erfolgte keine makromechanische Präparation, weiterhin wurde auf eine Schmelzanschrägung und auch auf die Anwendung der Total-Ätz-Technik verzichtet. Helbig et al. (2000) fanden in ihrer Studie über 5 Jahre eine

Verlustrate von 21,4% gelegter Kompositrestaurationen (Z100<sup>TM</sup>, 3M) bei nichtkariösen Defekten. Bei den Läsionen wurde die Total-Ätz-Technik ohne zusätzliche Anschrägung der Kavitätenränder durchgeführt.

Bezüglich der *Abrasionsresistenz* konnten beide Materialien in der vorliegenden Studie als gut angesehen werden. Tetric<sup>®</sup> Ceram ließ eine etwas geringere Abrasion erkennen. Auch andere Autoren bestätigen die bessere Abrasionsresistenz von Kompositen im Vergleich zu Kompomeren (Krämer et al. 1997, Attin und Buchalla 1998, Frazier et al. 1998).

Bezüglich des *Randverhaltens* bei den Restaurationen der nichtkariösen Defekte zeigten 59,1% der 22 Füllungen zum Abschluss unserer Studie detektierbare Ränder bis 1/3 des Gesamtumfanges. Dabei handelte es sich in erster Linie um Füllungsüberschüsse und negative Stufen.

Nach einem halben Jahr konnten wir erstmals bei beiden Materialien *Füllungsüberschüsse* sondieren. Offensichtlich konnte in diesen Bereichen bei der Ausarbeitung kein idealer Abschluss der Restauration mit der Defektgrenze erzielt werden. Liegen Füllungsmaterialausläufer auf nicht präpariertem und geätzttem Schmelz, weisen sie keinen adhäsiven Verbund zum Zahn auf. Diese Überschüsse brechen wegen des fehlenden Verbundes zum Zahn unter Belastung weg und hinterlassen je nach Verlauf der Frakturlinie eine positive Stufe oder einen v-förmigen Defekt. Die Anzahl von Füllungen mit Überschüssen reduzierte sich bis zu unserer 2-Jahres-Untersuchung materialunabhängig. Dies ist durch Zahnbürstenabrasion bedingt, wobei positive Stufen nivelliert und zum Teil negative Stufen entstanden sind. Klinisch nachweisbare Randspalten traten bei beiden Materialien im gesamten Untersuchungszeitraum nicht auf. Neo et al. (1996) konnten bei ihren Untersuchungen eine signifikante Verschlechterung der Randqualität vor allem durch die Entstehung negativer und positiver Stufen nach 18 Monaten Liegedauer bei den Kompositen APH<sup>®</sup> (Dentsply DeTrey) und Lite File II<sup>®</sup> (Shofu) im Vergleich zu Baseline zeigen. Diese Ergebnisse werden von Kakaboura et al. (1998) unterstützt. Browning et al. (1999) fanden keine Veränderungen im Randverhalten bei Kompositen nach 1 Jahr in situ.

Die *klinische Akzeptanz* war in unserer Untersuchung bei allen 22 nach 2 Jahren noch in situ befindlichen Füllungen der nichtkariösen Defekte gegeben. In keinem Fall war die Erneuerung einer Füllung aufgrund der entsprechenden Codierung in den einzelnen Kriterien noch aus präventiven Gründen erforderlich. Dickinson et al. (1996) fanden mit einem Komposit in nichtkariösen Klasse-V-Kavitäten ebenfalls klinische akzeptable Ergebnisse. Allerdings handelt es sich dabei um 1-Jahres-Ergebnisse. Abdalla und Alhadainy (1997) zeigten, dass 18 von ursprünglich 20 gelegten Dyract®- Füllungen nach 2 Jahren bei der gleichen Defektform nachkontrolliert werden konnten und noch klinisch akzeptabel waren. Mehrere Autoren bestätigen die *klinische Akzeptanz* sowohl bei Kompositen als auch Kompomeren zur Versorgung von nichtkariösen Zahnhalskavitäten im Untersuchungszeitraum von 1 bis 3 Jahren (Barnes et al. 1995, Maneenut und Tyas 1995, Barnes et al. 1996, Jedynakiewicz et al. 1997, Burgess et al. 2002, Latta et al. 2002).

Die Ergebnisse bei den **kariösen schmelzbegrenzten und schmelz/dentinbegrenzten Kavitäten** zeigten klinisch nur geringe Unterschiede.

Bei den kariösen Läsionen traten in unserer Studie von den ursprünglich 64 gelegten Restaurationen 5 Füllungsverluste auf. Insgesamt zeigten diese Restaurationen unabhängig vom Material eine bessere Retentionsrate als die Füllungen bei den nichtkariösen Defekten. Dies ist mit Sicherheit durch die mikro- und makroretentive Präparationsform bedingt. Die sicherere Retention der Kompomerfüllungen kann mit der höheren Eigenelastizität der Kompomere im Vergleich zu optimierten Hybrid-Kompositen erklärt werden. Die ausgeprägten Verformungen von Klasse-V- Restaurationen bei Kaubelastung wird durch die hohe Elastizität der Kompomere teilweise kompensiert und trägt damit zu einer Entlastung des adhäsiven Verbundes bei (Ilie et al. 2003).

Gladys et al. (1998) konnten bei ihren Untersuchungen an kariösen Zahnhalskavitäten, die mit dem Kompomer Dyract® versorgt wurden, nach 18 Monaten noch eine gute Retentionsrate feststellen. Kamann und Gängler (1999) konnten bei ihren Untersuchungen zur Funktionszeit von Klasse-V-Kompositfüllungen im Vergleich zu Amalgam- und Goldhammerfüllungen nach 6 Jahren eine Retentionsrate von 57% finden. Dabei stellten sie fest, dass Füllungsverluste vor allem durch fallbedingte Variablen (u.a. die

Kavitätengröße, die Lage der Kavitätengrenzen im Schmelz oder Dentin) mitbestimmt werden.

Im Hinblick auf das *Randverhalten* zeigten die Restaurationen der kariösen schmelzbegrenzten Läsionen in unserer Studie im gesamten Untersuchungszeitraum im Vergleich zu den Füllungen der kariösen gemischten Läsionen und der nichtkariösen Defekte die besseren Ergebnisse. Die kontinuierliche Abnahme der Füllungen mit perfekten Randbereichen ab der 6-Monats-Kontrolle war in erster Linie durch eine Zunahme von detektierbaren Rändern (Füllungsüberschüsse und negative Stufen) bis 1/3 des Füllungsumfanges bedingt. Während 50% der Restaurationen der schmelzbegrenzten Kavitäten unabhängig vom Material nach 2 Jahren klinisch einen perfekten Rand aufwiesen, waren es nur 35,5% der Füllungen der kariösen gemischten Läsionen. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch Calabrese et al. (1997), Gladys et al. (1998) und Schuster et al. (1999).

Nach einem halben Jahr Liegedauer konnten wir bei beiden Materialien erstmalig *Füllungsüberschüsse* sondieren, die teilweise nivelliert wurden. *Negative Stufen* traten zum Abschluss unserer Untersuchung häufiger bei den Compoglass® F- Restaurationen auf. Dies liegt in der geringeren Abrasionsresistenz von Kompomermaterialien im Vergleich zu Kompositen begründet (Attin und Buchalla 1998, Frazier et al. 1998). Klinisch nachweisbare Randspalten traten nicht auf. Abdalla et al. (1997) fanden bei den Kompomeren Dyract® und Compoglass® in kariösen Läsionen nach 2 Jahren in situ einen guten Randschluss. Hannig und Nagel (1994) verglichen in vitro (Thermowechsel- und okklusale Druckbelastungen) die Randständigkeit verschiedener Zahnhalsfüllungen. Dabei konnten sie feststellen, dass weder mit Amalgam (Luxalloy®, Degussa) noch mit einem Komposite (Herculite®, Kerr) eine dauerhaft gute marginale Adaptation erzielt werden konnte. Mit letzterem jedoch klinisch akzeptable Grenzflächenbeziehungen erreicht werden können. Im Vergleich zu Glasionomierzementfüllungen zeigten sowohl Komposit- als auch Kompomerrestaurationen ein deutlich besseres Randverhalten (Blunck et al. 1996, Boretti et al. 1997, Loher et al. 1997, Gladys et al. 1998, Folwaczny et al. 2001).

Dass *Verfärbungen der Füllungsråder* im Zahnhalsbereich ein Problem darstellen und dies besonders bei Kompomeren, zeigten die klinischen Studien von Loher et al. (1997), Schuster et al. (1997, 1999) und Tyas (1998). Mögliche Ursachen sind alimentäre Verfärbungen an Stellen des Aufbruchs des adhäsiven Verbundes oder an rauen Flächen bei Füllungsrandfrakturen. Auch bei unserer Studie neigten die Compoglass® F- Restaurationen defektunabhängig stärker zu marginalen Verfärbungen als die Tetric® Ceram-Füllungen.

Bezüglich der *Oberflächenqualität* war die überwiegende Zahl der Tetric® Ceram- Füllungen in unserer Studie auch nach 2 Jahren noch als „glatt“ anzusehen. Feinpartikel-Hybrid-Komposite sind aufgrund ihrer durchschnittlichen Partikelgröße der Füllstoffe gut polierbar. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch Behr et al. (1998) und Browning et al. (1999).

Die Compoglass® F- Füllungen in unserer Untersuchung wiesen nach 2 Jahren teilweise eine raue Oberfläche auf. Schuster et al. (1999) fanden bei ihren Untersuchungen bei Compoglass® nach 2 Jahren Liegedauer eine schlechtere Oberflächenqualität verglichen mit Dyract®. Ilie et al. (2003) konnten zeigen, dass bei Kompomeren zwischen den einzelnen Materialien zum Teil große Unterschiede bezüglich der Oberflächenqualität, aber auch vorhandener physikalischer Parameter bestehen, hingegen bei den verschiedenen Feinpartikel-Hybrid-Kompositen kaum Unterschiede in der Qualität der Materialien zu finden sind.

Im Hinblick auf die *Farbadaptation* zeigten die von uns kontrollierten Kompositfüllungen über den gesamten Untersuchungszeitraum ein gutes Ergebnis. Gute Farbstabilität mittelfristig bei Hybrid-Kompositen bestätigen auch Dickinson et al. (1996) und Neo et al. (1996).

Demgegenüber verschlechterte sich in unserer Studie das anfänglich gute Farbverhalten der Kompomerfüllungen rasch.

Dies bestätigt auch die klinische Studie über 12 Monate von Barnes et al. (1995), die das Komposit Prisma APH® und das Kompomer Variglass® (Dentsply DeTrey) miteinander verglichen. Auch Folwaczny et al. (2001) bewerteten das Feinpartikel-Hybrid-Komposit Tetric® nach 3jähriger Liegedauer

in Zahnhalsläsionen unterschiedlicher Topografie im Vergleich zu Dyract® besser. Koukopoulou et al. (1997) untersuchten in vitro die Kompolomere Dyract® und Compoglass® auf ihre Farbbeständigkeit. Nach Lagerung in Wasser und Kaffee zeigte Dyract® die deutlich besseren Werte.

Bezüglich der *klinischen Akzeptanz* zeigten die Füllungen der kariösen Läsionen gegenüber den nichtkariösen Defekten unabhängig vom Material die besseren Resultate.

Die Restaurationen der nichtkariösen Defekte ließen in unserer Studie keine Anzeichen individueller Einflüsse erkennen. Dies ist bei der geringen Patientenzahl nicht als eindeutiges Ergebnis zu sehen.

Bei den Füllungen der kariösen Läsionen waren Anzeichen einer individuellen Abhängigkeit des Therapieerfolges materialunabhängig nur bei dem Kriterium Farbverhalten zu erkennen. Die Gründe dafür könnten Gewohnheiten, wie der regelmäßige Genuss von Schwarzem Tee, Kaffee oder auch Rotwein, sein. Waren unsere Patienten Raucher, wiesen sie zudem verstärkt sekundäre Verfärbungen sowohl bei den Tetric® Ceram- als auch den Compoglass® F-Restaurationen auf. Ein eventueller individueller Einflussfaktor ist möglicherweise auch in der Speichelfließmenge und -zusammensetzung zu sehen, was in unserer Studie keine Berücksichtigung fand.

Bei unserer **mikromorphologischen** Untersuchung zeigte der größte Teil der Komposit- und Kompomerfüllungen eine überwiegend glatte *Oberfläche*. Mehrere mikromorphologische Studien konnten für Feinpartikel-Hybrid-Komposite eine glatte Oberfläche aufzeigen (Martin 1996, McCoy 1996, Jedyakiewicz et al. 1997, Warren et al. 1997).

Eine wichtige Voraussetzung für die Langlebigkeit von Restaurationen ist die marginale Integrität. Der theoretisch geforderte zirkulär „*perfekte Rand*“ ist bereits bei unserer mikromorphologischen Basisuntersuchung erwartungsgemäß von keiner Füllung erreicht worden. Materialunabhängig zeigten besonders die Restaurationen der nichtkariösen Defekte schon zur Baseline-



Kontrolle einen schlechten Randschluss mit weniger als 1/3 perfekten Rand (Code 3). Da bei diesen Defekten auf eine Präparation verzichtet wurde, war der Übergang zur gesunden Zahnhartsubstanz nicht eindeutig abzugrenzen. Nach 2 Jahren zeigten die Füllungen der schmelzbegrenzten Kavitäten materialunabhängig die besten Grenzflächenbeziehungen in unserer Studie. Die Restaurationen der kariösen gemischten Läsionen wiesen im gesamten Kontrollzeitraum ebenfalls unabhängig vom Material etwas schlechtere Grenzflächenbeziehungen auf.

Bereits zur Basiskontrolle war eine hohe Zahl von *Füllungsüberschüssen* sowohl bei den Komposit- als auch den Kompomerrestaurationen zu verzeichnen. Aufgrund mechanischer Abrasion kam es im Laufe der Untersuchung zu einer Reduzierung dieser Überschüsse. Da Compoglass® F eine geringere Abrasionsresistenz aufweist (Attin und Buchalla 1998, Frazier et al. 1998), zeigten diese Restaurationen weniger Überschüsse nach 2 Jahren als die Tetric® Ceram- Füllungen. Aufgrund der hohen Anzahl an Füllungsüberschüssen bereits zur Baseline-Untersuchung bei den Restaurationen der nichtkariösen Defekte zeigten diese auch zum Abschluss unserer Studie noch häufig positive Stufen. Die Füllungen der kariösen schmelzbegrenzten Läsionen wiesen während des gesamten Untersuchungszeitraums die geringsten Überschüsse auf. Nach 2 Jahren waren bei 35,7% dieser Füllungen und nur bei 15,4% der Restaurationen der gemischten kariösen Kavitäten keine Füllungsüberschüsse mehr zu erkennen. Aus den Füllungsüberschüssen zu Baseline in unserer Studie resultierten infolge der Abrasion in den folgenden 2 Jahren zunehmend Randabbrüche und negative Stufen. Bei unserer Basisuntersuchung war bei keiner Füllung der nichtkariösen oder kariösen Läsionen ein *Randabbruch* nachweisbar. Nach 2 Jahren wiesen 50% der Restaurationen der nichtkariösen Defekte und 37% der Füllungen der kariösen Kavitäten lokale Randabbrüche (Code 1) auf. Da die schmelzbegrenzten Füllungen über den gesamten Untersuchungszeitraum die geringsten Füllungsüberschüsse aufzeigten, wiesen sie auch die wenigsten Randabbrüche zum Abschluss unserer Studie auf.

Über den Zeitraum von 2 Jahren wurde bei der Mehrzahl der Füllungen die Dynamik des Randverhaltens deutlich, wobei ein funktioneller Ausgleich durch Abrasion die Füllungsüberschüsse verringerte und die Zahl der Restaurationen

mit einer *negativen Stufenbildung* bis zu unserer Abschlussuntersuchung kontinuierlich ansteigen ließ. Aufgrund der geringeren Abrasionsresistenz der Kompomerfüllungen zeigten diese häufiger negative Stufenbildungen (Christensen 1997, Attin und Buchalla 1998, Frazier et al. 1998). Durch die hohe Anzahl an Füllungsüberschüssen wiesen die Füllungen der nichtkariösen Defekte am Ende unserer Studie nur bei 16,7% negative Stufen auf.

Im gesamten Untersuchungszeitraum konnten wir bei allen bewerteten Füllungen material- und defektunabhängig weder einen kontinuierlichen noch einen anteiligen *Randspalt* feststellen. Nach 2 Jahren waren auch nur vereinzelte Mikrolücken (*Mikroleakage*) sowohl bei den Tetric® Ceram- als auch den Compoglass® F- Restaurationen nachweisbar. Diese sehr guten Ergebnisse bestätigen auch Studien von Sjodin et al. (1996), Calabrese et al. (1997) und Gladys et al. (1998). Die Bildung von Mikroleakage kann bei der Materialklasse der Composite, zu der nach neuerer Einteilung auch die Kompomere gehören, zwar reduziert, aber nicht vollständig verhindert werden.

Erwartete frühe Anzeichen eines Restaurationsversagens waren bei den kontrollierten Füllungen nicht zu erkennen. Es waren während der 2 Jahre Liegedauer bei allen in situ befindlichen Restaurationen nur graduelle Verschlechterungen in den einzelnen Bewertungskriterien nachweisbar, die jedoch nicht auf eine drohende Fraktur oder den Verlust einer Füllung schließen ließen. Auch De Jong et al. (1997) und Gäbler (2002) konnten mikromorphologisch keine typischen initialen Oberflächen- bzw. Grenzflächenveränderungen registrieren, die später zu Frakturen, Füllungsverlusten oder weiteren gravierenden Schäden der Restaurationen führen könnten.

## **6. Klinische Schlussfolgerungen**

- Komposite und Kompomere können beide bei konsequenter Beachtung der Regeln der Adhäsivtechnik zur definitiven Versorgung von Zahnhalsläsionen verwendet werden.
- Klinisch und mikromorphologisch konnte gezeigt werden, dass unabhängig vom Material kariöse Läsionen langfristig sicherer zu therapieren sind als nichtkariöse Defekte, vor allem in Bezug auf Retention und Randschluss.
- Für eine höhere Sicherheit bei der Versorgung nichtkariöser, keilförmiger Defekte sollte eine Schmelzrandanschrägung und wenn möglich eine zusätzliche makromechanische Präparation durchgeführt sowie ein Mehrkomponentenhaftvermittler verwendet werden.
- Die hohe Sensitivität der Adhäsivsysteme fordert besonders bei rein adhäsivem Vorgehen die absolute Trockenlegung zur Vermeidung deutlicher Haftungsverluste.
- Der Materialvergleich zeigte, dass Tetric<sup>®</sup> Ceram besonders bei kariösen Läsionen insgesamt besser bewertet werden konnte als Compoglass<sup>®</sup> F. Bezüglich Farbstabilität war Tetric<sup>®</sup> Ceram signifikant besser.

## **7. Literaturverzeichnis**

Abdalla AI, Alhadainy HA. 1997. Clinical evaluation of hybrid ionomer restorations in class V abrasion lesions: two-year results. Quintessence Int, 28:255-258.

Abdalla AI, Alhadainy HA, Garcia-Godoy F. 1997. Clinical evaluation of glass ionomers and compomers in class V carious lesions. Am J Dent, 10:18-20.

Addy M, Dowell P. 1983. Dentine hypersensitivity - a review. Clinical and in vitro evaluation of treatment agents. J Clin Periodont, 10:351-363.

Angelini E, Barni E, Pezzoli M, Savarino P. 1996. Verfärbungen von Composites durch organische Farbstoffe. Phillip J, 13:165-170.

Attin T, Buchalla W. 1998. Werkstoffkundliche und klinische Bewertung von Kompomeren. Dtsch Zahnärztl Z, 53:766-773.

Attin T, Kielbassa AM, Plogmann S, Hellwig E. 1996. Fluoridfreisetzung aus Kompomeren im sauren und neutralen Milieu. Dtsch Zahnärztl Z, 51:675-678.

Attin T, Knofel S, Buchalla W, Tutuncu R. 2001. In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. Caries Res, 35:216-222.

Attin T, Vataschki M, Buchalla W, Kielbassa AM, Prinz H, Hellwig E. 1996. Randqualität von „lichthärtenden“ GIZ und Dyract in keilförmigen Defekten, Klasse I- und V-Kavitäten. Dtsch Zahnärztl Z, 51:17-22.

Azzopardi A, Bartlett DW, Watson TF, Sherriff M. 2001. The measurement and prevention of erosion and abrasion. J Dent, 29:395-400.

Barnes DM, Blank LW, Gingell JC, Barnes CA. 1996. A clinical evaluation of Dyract light cured compomer restorative. J Dent Res, 75:293 (Abstr 2205).

Barnes DM, Blank LW, Gingell JC, Gilner PP. 1995. A clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer restorative material. J Am Dent Assoc, 126:1245-1253.

Barnes IE. 1972. Replica models for the scanning electron microscope. Brit Dent J, 133:337-342.

Bauer CM, Kunzelmann KH, Hickel R. 1995. Simulierter Nahrungsabrieb von Kompositen undOrmoceren. Dtsch Zahnärztl Z, 50:635-638.

Becker Ch, Freesmeyer WB, Radlanski RJ. 2000. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung über keilförmige Defekte. Dtsch Zahnärztl Z, 55:680-685.

Behr M, Rosentritt M, Leibrock A, Schneider-Feyrer S, Handel G. 1998. Composite, compomere and ceromere materials. Comparison of results of thermo-gravimetric analysis and polishing properties. J Dent Res, 77:686 (Abstr 435).

Berger-Orsag I. 1996. Der Zahnhals - Schwachpunkt des oralen Systems. ZWR, 105:410-411.

Blunck U. 1996. Dentinhaftmittel und Kompomere. Quintessenz, 47:19-35.

Blunck U. 1996. Hinweise zur praktischen Anwendung von Kompomeren und Kompositmaterialien in Kombination mit Dentinhaftmitteln. Quintessenz, 47:189-201.

Blunck U. 1997. Die Versorgung von Zahnhalsdefekten. Zahnärztl Mitt, 87:53-61.

Blunck U, Roulet JF. 1989. In vitro marginal quality of dentin-bonded composite resins in class V cavities. Quintessence Int, 20:407-412.

Blunck U, Rücker C, Roulet JF. 1996. Marginal adaptation of resin-modified glass-ionomer cement fillings in class V cavities. J Dent Res, 75:396 (Abstr 3028).

Böhm BE, Schütze ER, Klimm WH, Herbert J, Edelmann J, Koch R. 1991. Symptomatische Therapie zervikaler Hartschubstanzdefekte mit Dentinadhäsiv-Komposit-Systemen. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 101:1549-1558.

Boretti R, Krejci I, Lutz F. 1997. Clinical and scanning electron microscopic evaluation of fine hybrid composite restorations in posterior teeth after four years of wear. J Dent Res, 76:41 (Abstr 222).

Bounocore MG. 1955. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J Dent Res, 34:849-852.

Browning WD, Brackett WW, Gilpatrick RO. 1999. Retention of microfilled and hybrid resin-based composite in noncarious class V lesions: A double-blind randomized clinical trial. Oper Dent, 24:26-30.

Buchalla W, Attin T, Hellwig E. 1997. Einfluss der Schmelzätztechnik auf die Haftung von Kompomer- Füllungsmaterialien. Dtsch Zahnärztl Z, 52:463-466.

Burgess JO, Ripps AH, Gallo J, Walker RS, Ireland EJ, Li L. 2002. Clinical evaluation of four class 5 restorative materials - 2-year recall. J Dent Res, 81:79 (Abstr 427).

Calabrese M, Graiff D, Brait D, Manson PN. 1997. Compomer restorations: Effect of acid etch on microleakage. J Dent Res, 76:418 (Abstr 3235).

Cheung GSP. 1990. A scanning electron microscopic investigation on the acid-etched cervical margin of class II cavities. Quintessence Int, 21:299-302.

Christensen GJ. 1997. Compomers vs. resin-reinforced glass ionomers. J Am Dent Assoc, 128:479-480.

Condon GD, Harcourt JK. 1977. Modified in vivo replica technique for scanning electron microscopy. J Dent Res, 56:542.

Cvar JF, Ryge G. 1971. Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. US Government Printing Office, San Francisco, United States Public Health Service:790-244.

De Jong E, Kreulen C, van Amerongen E, Borgmeijer P. 1997. Retrospective assessment of fracture formation in posterior restorations. J Dent Res, 76:1116 (Abstr 177).

Dickinson GL, Smith D, Morris C. 1996. Clinical evaluation of Permagen Universal Bonding System with Amelogen Composite. J Dent Res, 75:397 (Abstr 3035).

Dietschi D, Ciucchi B. 1989. A clinical trial of four light curing posterior composite resins: 9-month-report. Quintessence Int, 20:641-652.

Elderton RJ, Aboush Y, Vowles RW, Bell CJ, Marshall KJ. 1996. Retention of cervical Dyract compomer restorations after two years. J Dent Res, 75:24 (Abstr 49).

Eliades G, Kakaboura A, Palaghias G. 1998. Acid-base reaction and fluorid release profiles in visible light-cured polyacid-modified composite restoratives (compomers). Dent Mater, 14:57-63.

Fischer J, Lampert F, Marx R. 1998. Werkstoffkundliche Parameter neuer Compomer-Materialien. ZWR, 107:127-129.

Folwaczny M, Loher C, Mehl A, Kunzelmann KH, Hickel R. 2001. Class V lesions restored with four different tooth-colored materials - 3-year result. Clin Oral Investig, 5:31-39.

Frank RM. 1993. Der keilförmige Defekt. Quintessenz Verlags-GmbH.

Franke J. 1965. Die Zahnhalsfüllung. Dtsch Zahnärztl Z, 20:572-578.

Frankenberger R, Sindel J, Krämer N, Petschelt A. 1999. Dentinbond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs. ceramic inlays. Oper Dent, 24:147-155.

Frazier KB, Rueggeberg FA, Mettenburg DJ. 1998. Comparison of wear-resistance of class V restorative materials. J Esthet Dent, 10:309-314.

Gäbler P. 2002. 10-Jahres-Report von Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich - eine longitudinale mikromorphologische Studie. Dissertation, Jena.

Gängler P. 1995. Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde. Dritte Aufl. Ullstein Mosby.

Gängler P, Hoyer I, Langer K, Montag R. 1995. Glasionomerzemente/ Composite-Füllungen an Seitenzähnen. ZWR, 104:836-843.

Gängler P, Hoyer I, Montag R. 2001. Clinical evaluation of posterior composite restorations: The 10-year report. J Adhesive Dent, 3:185-194.

Gängler P, Hoyer I, Wucherpfennig G, Langer K, Weinert W. 1993. Klinisch kontrollierte 5-Jahresstudie zur Füllungsbewertung eines Komposit-Materials. ZWR, 102:704-709.

Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. 1998. Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin-modified glass-ionomer and a polyacid-modified resin composite in cervical class-V lesions. Dent Mater, 14:294-306.

Grippio JO. 1992. Noncarious cervical lesions: The decision to ignore or restore. J Esthet Dent, 4:55-64.



Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ. 1999. In vitro, relative microleakage of five restorative systems. Int Dent J, 49:47-52.

Grundy JR. 1971. An intraoral replica technique for use with the scanning electron microscopic. Brit Dent J, 130:113-117.

Häfer M und Merte K. 2001. Fehlerraten von Kompositrestaurationen der Kavitätenklassen I, II und V - Vergleich zwischen Studenten und Zahnärzten. Dtsch Zahnärztl Z, 56:460-466.

Haller B, Blunck U. 2003. Übersicht und Wertung der aktuellen Bondingsysteme. Zahnärztl Mitt, 93:48-58.

Haller B, Fritzenschaft A. 1999. Dentinhaftung von Ein- und Mehrkomponenten-Haftvermittlern bei Dry und Moist Bonding in vitro. Dtsch Zahnärztl Z, 54:225-230.

Hannig M, Bott B. 2000. Randschlussverhalten von plastischen zahnfarbenen Füllungen in dentinbegrenzten Klasse-II-Kavitäten. Dtsch Zahnärztl Z, 55:134-138.

Hannig M, Nagel G. 1994. Die in-Vitro Randständigkeit verschiedener Zahnhalsfüllungen nach Thermowechsel- und okklusalen Druckbelastungen. Dtsch Zahnärztl Z, 49:454-458.

Helbig EB, Haufe E, Richter G, Klimm HW, Luder HU. 2000. Fünfjahresergebnisse zur Füllungstherapie nichtkariöser zervikaler Hartschubstanzdefekte mit einem Dentinadhäsiv-Mikrohybrid-System. Dtsch Zahnärztl Z, 55:534-539.

Helfgen EH, Jung L, Grüner M, Koeck B. 2001. Zur Ätiologie keilförmiger Defekte - Ein In-vitro-Versuch. Dtsch Zahnärztl Z, 56:273-276.

Heidemann D, Hellwig E, Hickel R, Klaiber B, Staehle HJ. 2003. Direkte Kompositrestaurationen – Erweiterte Anwendung im Front- und Seitenzahnggebiet. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) und der Hochschullehrer für Zahnerhaltung. Dtsch Zahnärztl Z, 58:387-388.

Hellwig E, Klimek J, Attin T. 1995. Einführung in die Zahnerhaltung. Urban&Schwarzenberg.

Hennig AC, Helbig EB, Klimm HW, Haufe E, Richter G. 2002. Klinische Studie mit einem Ormocer (Admira) in Klasse-V-Mischkavitäten. Dtsch Zahnärztl Z, 57:462-468.

Herforth A, Seichter U. 1980. Experimentelle Untersuchungen über die Wiedergabegenauigkeit von Replicas bei Kronenaufbauten mit Composites. Dtsch Zahnärztl Z, 35:410-414.

Hickel R. 1992. Der kariöse Zahnhals. Dtsch Zahnärztl Z, 47:654-658.

Hickel R. 1994. Die zervikale Füllung. Dtsch Zahnärztl Z, 49:13-19.

Hickel R. 1997. Moderne Füllungswerkstoffe. Dtsch Zahnärztl Z, 52:572-585.

Hickel R. 1997. Der Kofferdam - nach wie vor Notwendigkeit?. Phillip J, 14:363-365.

Hickel R, Kremers L, Haffner C. 1996. Kompomere. Quintessenz, 47:1581-1589.

Hotz P. 1987. Erosion des Zahnschmelzes. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 97:219-222.

Hoyer I, Gängler P, Krehan F, Niemela S, Weinert W. 1989. Biologische Prüfung und klinische Bewertung von Komposit-Füllungen. Dtsch Zahnärztl Z, 44:100-105.

Hoyer I, Gängler P, Montag R, Wucherpfennig G, Langer K. 1993. Longitudinal 5-year study of posterior GIC/ Composite restorations using CPM-criteria. J Dent Res, 72:259 (Abstr 1245).

Hoyer I, Gängler P, Niemela S. 1988. Composite- und Amalgamfüllungen im klinischen 4-Jahres-Vergleich. Zahn-Mund-Kieferheilkd, 76:721-726.

Ilie N, Kunzelmann KH, Hickel R. 2003. Werkstoffkundliche Untersuchungen zu Kompomeren. Dtsch Zahnärztl Z, 58:667-673.

Jedynakiewicz NM, Martin N, Fletcher JM. 1997. A three-year clinical evaluation of a compomer restorative. J Dent Res, 76:162 (Abstr 1189).

Kakaboura A, Praximada C, Kranias N, Vougiouklakis G. 1998. Clinical evaluation of compomer restoratives in class V cavities. J Dent Res, 77:1209 (Abstr 20).

Kamann WK, Gängler P. 1999. Zur Funktionszeit von Amalgam, Composite- und Goldhämmerfüllungen. ZWR, 108:270-273.

Klimm W, Graehn G. 1993. Der keilförmige Defekt. Berlin: Quintessenz.

Kosa W, Gängler P, Wucherpfennig G. 1991. Klinische Qualität von Amalgamfüllungen nach zehnjähriger Funktionszeit (CPM-Kriterien). Dtsch Stomatol, 41:53-56.

Koukopoulos E, Yaman P, Razzoog ME, Efstratopoulou O. 1997. Color stability of compomers. J Dent Res 76:323 (Abstr 2473).

Krämer N, Pelka M, Kantetzky P, Sindel J, Petzschelt A. 1997. Abrasionsbeständigkeit von Kompomeren und stopfbaren GIZ. Dtsch Zahnärztl Z, 52:186-189.

Krämer N, Schiller R, Pelka M, Sindel J, Petzschelt A. 1996. Three-body wear behaviour of different viscous luting composites. J Dent Res 75:274 (Abstr 456).

Krejci I, Besek M, Lutz F. 1994. Clinical and SEM study of Tetric resin composite in posterior teeth: 12-month results. Am J Dent, 7:27-30.

Krejci I, Gebauer L, Häusler T, Lutz F. 1994. Kompomere - Amalgamersatz für Milchzahnkavitäten?. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 104:724-730.

Krejci I, Kuster M, Lutz F. 1993a. Influence of dentinal fluid and stress on marginal adaptation of resin composites. J Dent Res, 72:490-495.

Krejci I, Lutz F, Loher CE. 1991. Quantitative in vivo evaluation of four restorative concepts for mixed Class V restorations. Quintessence Int, 22:455-465.

Krejci I, Lutz F, Oddera M. 1995. Aktueller Stand der Kompomere. Freie Zahnarzt, 9:52-57.

Krejci I, Sägesser D, Lutz F. 1992. Optimierung der Dentinhaftung in gemischten Klasse-V-Kavitäten. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 102:32-37.

Lambrechts P, Vanherle G. 1982. Observation and comparison of polished composite surfaces with the aid of SEM and profilometer. J Oral Rehabil, 9:169-182.

Lang H, Schwan R, Nolden R. 1996. Das Verhalten von Klasse-V-Restaurationen unter Belastung. Dtsch Zahnärztl Z, 51:613-616.

Langer K. 1996. Longitudinale klinische und mikromorphologische Kontrolle eines Hybrid-Komposits im Seitenzahnbereich. Dissertation, Jena.

La Torre G, Marigo L, Boari A. 1999. Bonding of composite resins to dentin: SEM observation of one-component enamel-dentin bonding systems. *Minerva Stomatol*, 48:297-305.

Latta MA, Barkmeier WW, Cavel WT, Dilorenzo SC. 2002. Clinical evaluation of a compomer restorative material. *J Dent Res*, 81:52 (Abstr 193).

Latta MA, Randall CJ. 1999. Physical properties of compomer restorative materials. *J Dent Res*, 78:157 (Abstr 412).

Lehmann U, Schmeisser S. 1995. Konfiguration der Schmelz-Zement-Grenze von Zähnen mit klinisch gesunder Hartschmelzoberfläche. Dissertation, Berlin.

Loher C, Kunzelmann KH, Hickel R. 1997. Klinische Studie mit Hybrid-GIZ-, Kompomer- und Kompositfüllungen in Klasse-V-Kavitäten. *Dtsch Zahnärztl Z*, 52:525-529.

Lussi A, Jaeggi T. 2002. Die Abrasion erosiv veränderter Zahnhartsubstanz - eine Literaturübersicht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 112:629-634.

Lussi A, Schaffner M. 2000. Progression of and risk factors of dental erosion and wedge-shaped defect over a 6-year period. *Caries Res* 34:182-187.

Lutz C. 2003. Der Einfluss modifizierter Komposite auf das Demineralisationsverhalten von Schmelz- und Wurzeldentin im Füllungsgrenzbereich - Eine experimentelle Studie -. Dissertation, Jena.

Maneenut C, Tyas MJ. 1995. Clinical evaluation of resin-modified glass-ionomer restorative cements in cervical „abrasion“ lesions: one-year results. *Quintessence Int*, 26:739-743.

Manhart J, Chen HY, Hickel R. 2003. Überlebenszeitanalyse von konservierend-zahnärztlichen Restaurationen. Teil I: Direkte Füllungen aus Komposit und Kompomer im Seitenzahnbereich. ZWR, 112:142-152.

Manhart J, Chen HY, Kunzelmann KH, Hickel R. 2000. Haftkraft und Randverhalten moderner Einflaschen-Haftvermittlersysteme und Komposite zum Dentin. Dtsch Zahnärztl Z, 55:128-133.

Martin N, Jedynakiewicz NM, Flechter JM. 2002. A clinical evaluation of a new compomer restorative at 3 years in the restoration of non-retentive cervical cavities. J Dent Res, 81:52 (Abstr 195).

Martin FE. 1996. SEM study of fractured surfaces and fractured paths through composites. J Dent Res, 75:292 (Abstr 2197).

McCoy RB, Anderson MH, Lepe X, Johnson GH. 1996. Three-year clinical results of class V resin restorations without mechanical retention. J Dent Res, 75:23 (Abstr 46).

Meyer JM, Cattani-Lorente MA, Dupuis V. 1998. Compomers: between glass-ionomer cements and composites. Biomaterials, 19:529-539.

Moodley D, Grobler SR, Rossouw RJ, Oberholzer TG, Patel N. 2000. In vitro evaluation of two adhesive systems used with compomer filling materials. Int Dent J, 50:400-406.

Munack J, Haubert H, Dogan S, Geurtsen W. 2001. Effects of various storage media on surface hardness and structure of four polyacid-modified composite resins („compomers“). Clin Oral Invest, 5:254-259.

Negri P. 1999. In vitro evaluation of four adhesive materials in the treatment of cervical lesions. Minerva Stomatol, 48:65-71.

Neo J, Chew CL, Yap A, Sidhu S. 1996. Clinical evaluation of tooth-colored materials in cervical lesions. Am J Dent, 9:15-18.

Nolden R. 1985. Der keilförmige Defekt - Ursachen und Therapie. Dtsch Zahnärztl Z, 40: Stellungnahme der DGZMK.

Osborne-Smith KL, Burke FJT, Wilson NHF. 1999. The aetiology of the non-carious cervical lesions. Int Dent J, 49:139-143.

Ott RW, Pröschel P. 1985. Zur Ätiologie des keilförmigen Defektes. Dtsch Zahnärztl Z, 40:1223-1227.

Pantke H. 1956. Die Replica-Technik. Stoma, 9:86-92.

Pioch T. 2000. Das Phänomen der „Nanoleakage“ am Komposit-Dentin-Übergang bei Anwendung von Adhäsiven. Dtsch Zahnärztl Z, 55:387-393.

Reich E, Schmalz G und Syndikus, S. 1990. Klinischer Vergleich unterschiedlicher Zahnhalsfüllungen nach einem Jahr. Dtsch Zahnärztl Z, 45:292-296.

Reich E, Völkl H. 1994. Die Randqualität von Zahnhalsfüllungen aus lighthärtendem GIZ. Dtsch Zahnärztl Z, 49:263-266.

Reinhardt KJ. 1989b. Belastbarkeit und Randständigkeit von Kompositfüllungen. Dtsch Zahnärztl Z, 44:669-672.

Reinhardt KJ. 1995. Ein Compomer als Amalgamersatz. Phillip J, 12:395-399.

Retief DH. 1994. Do adhesives prevent microleakage?. Int Dent J, 44:19-26.

Roulet JF. 1986. Die zervikale Füllung. Dtsch Zahnärztl Z, 41:730-734.

Roulet JF. 1988. Werkstoffkundliche Parameter und ihre Auswirkungen auf die Klinik. Dtsch Zahnärztl Z, 43:887-892.

Roulet JF, Noack M, Blunck U. 1987. Die Zahnhalsfüllung. Dtsch Zahnärztl Z, 42:67-90.

Roulet JF, Reich T, Blunck U, Noack M. 1989. Quantitative margin analysis in the scanning electron microscope. Scann Micr, 3:147-159.

Roulet JF, Salchow B, Wald M. 1991. Margin analysis of posterior composites in vivo. Dent Mater, 7:44-49.

Ryge G. 1980. Clinical criteria. Int Dent J, 30:347-358.

Ryge G, Snyder M. 1973. Evaluating the clinical quality of restorations. J Am Dent Assoc, 87:369-377.

Rzanny A, Göbel R, Welker D. 1999. Werkstoffkundlicher Vergleich zahnfarbener Füllungsmaterialien. Phillip J, 16:68-71.

Rzanny A, Welker D. 1998. Werkstoffkundliche Eigenschaften von Feinst-Hybrid-Komposits und Kompomeren. ZWR, 107:743-748.

Rzanny A, Welker D. 2000. Aktuelle zahnfarbene Füllungswerkstoffe – eine werkstoffkundliche Standortbestimmung. Zahnärztl Praxis, 3:6-14.

Sarne S, Mante MO, Mante FK. 1996. Marginal leakage of combinations of glass-ionomer and composite resin restorations. J Clin Dent, 7:13-16.

Schiffner U, Micheels W, Reich E. 2002. Erosionen und keilförmige Zahnhalsdefekte bei deutschen Erwachsenen und Senioren. Dtsch Zahnärztl Z, 57:102-106.

Schroeder HE. 1987. Orale Strukturbiologie. Stuttgart: Thieme, 104-105.



Schuster S, Schreger E, Klimm W, Koch R. 1997. Klinische Untersuchung von Klasse-V-Kompomerfüllungen. Dtsch Zahnärztl Z, 52:828-832.

Schuster S, Schreger E, Klimm W, Koch R. 1999. Klinische Untersuchung von Klasse-V-Kompomerfüllungen. ZWR, 108:433-439.

Schütte P. 1995. Compoglass zur Versorgung von Zahnhalskavitäten. ZWR, 104:488-489.

Schweizer-Hirt CM, Schait A, Schmidt R, Imfeld T, Lutz F, Mühlemann HR. 1978. Erosion und Abrasion des Schmelzes. Eine tierexperimentelle Studie. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 88:497-529.

Seichter U, Herforth A. 1980. Vergleichende rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen über die Randspaltbreite verschiedener Composites und über die diesbezügliche Wiedergabegenauigkeit unterschiedlicher Replicas. Dtsch Zahnärztl Z, 35:511-515.

Sjodin L, Unsitalo M, van-Dijken J. 1996. Resin modified glass ionomer cements. In vitro microleakage in direct class V and class II sandwich restorations. Swed Dent J, 20:77-86.

Staehle HJ. 1999. Pulpaschutz unter Komposit-Restaurationen. Dtsch Zahnärztl Z, 54:740-742.

Steidel F. 2001. Zur Inhibition artifizieller Karies im Grenzflächenbereich Restauration-Schmelz/Dentin. Dissertation, Jena.

Stoll R, Butze J, Stachniss V. 1999. Zur Auswirkung von Verunreinigungen auf Haftung von Komposit am geätzten Schmelz. Dtsch Zahnärztl Z, 54:231-234.

Stopa J, Matthews-Brozowska T. 1998. Comparative SEM observation of Syntac bonding systems efficiency in adhesion. J Dent Res, 77:1229 (Abstr 177).

Thonemann B, Federlin M, Schmalz G. 1996. Marginal swellings in SEM analysis of class II resin restorations. J Dent Res, 75:397 (Abstr 3033).

Thonemann B, Federlin M, Schmalz G, Hiller KA. 1995. Kunststoffausquellung bei Kavitätenrändern im Dentin. Dtsch Zahnärztl Z, 50:847-850.

Trevino DF, Duke ES, Robbins JW, Summitt JB. 1996. Clinical evaluation of Scotchbond Multi-Purpose adhesive system in cervical abrasions. J Dent Res, 75:397 (Abstr 3037).

Tyas MJ. 1998. Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite (compomer). Oper Dent, 23:77-80.

Van Dijken JW. 1995. Clinical evaluation of Dyract, Vitremer, Permagen and Syntac. J Dent Res, 74:433 (Abstr 259).

Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. 1997. Kunststoff-Dentin-Grenzflächen nach Total-Etch/Total-Bonding. Phillip J, 14:313-315.

Von Ohle C, Reich E. 1997. Randqualität von Kompomerfüllungen in Klasse-V-Kavitäten. Dtsch Zahnärztl Z, 52:836-838.

Warren DP, Chan JT, Powers JM. 1997. APF affects surface roughness of hybrid ionomers, compomer and composites. J Dent Res, 76:75 (Abstr 490).

Weber C. 1997. Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der zahnfarbenen Kompomer-Füllungsmaterialien. ZMK, 10:39-41.

Weiß C. 2002. Basiswissen Medizinische Statistik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Welker D, Hirschlipp A, Hollwege HW. 1997. Toxizität, Löslichkeit, Säuregrad und Fluoridabgabe von GIZ (1). ZWR, 106:586-591.

Welker D, Hirschlipp A, Hollwege HW. 1997. Toxizität, Löslichkeit, Säuregrad und Fluoridabgabe von GIZ (2). ZWR, 106:678-683.

## 8. Anhang

Tab. 104: Gesamtübersicht Defektart, Patienten- und Füllungsanzahl  
( ) = Füllungsverluste

| Pat.-Nr. | Initialen | Material | nichtkariöser,<br>keilförmiger Defekt | kariöse Kavität<br>schmelzbegrenzt | kariöse Kavität<br>gemischt |
|----------|-----------|----------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1        | R.K.      | T        | 1                                     |                                    |                             |
|          |           | C        | (1)                                   |                                    |                             |
| 2        | T.M.      | T        |                                       | 1                                  |                             |
|          |           | C        |                                       | 1                                  |                             |
| 3        | R.B.      | T        |                                       | (1)                                | 1                           |
|          |           | C        |                                       |                                    | 1                           |
| 4        | H.R.      | T        | (1)                                   |                                    | 1                           |
|          |           | C        | (1)                                   |                                    |                             |
| 5        | U.W.      | T        | 1                                     | 1                                  |                             |
|          |           | C        | 1;(1)                                 |                                    |                             |
| 6        | G.B.      | T        |                                       |                                    | 1                           |
|          |           | C        |                                       |                                    | 1                           |
| 7        | B.P.      | T        | 1                                     |                                    | (1)                         |
|          |           | C        |                                       |                                    | 2                           |
| 8        | A.S.      | T        |                                       |                                    | 1                           |
|          |           | C        |                                       |                                    | 2                           |
| 9        | R.W.      | T        |                                       |                                    | 2                           |
|          |           | C        |                                       |                                    | 2                           |
| 10       | M.K.      | T        | (1)                                   |                                    |                             |
|          |           | C        | (1)                                   | 1                                  |                             |
| 11       | M.L.      | T        |                                       | 1;(1)                              |                             |
|          |           | C        |                                       | 1                                  |                             |
| 12       | M.B.      | T        |                                       |                                    | 1                           |
|          |           | C        |                                       |                                    | 1                           |
| 13       | H.L.      | T        | 1                                     |                                    |                             |
|          |           | C        | 2                                     |                                    |                             |
| 14       | S.H.      | T        |                                       | 1                                  | 1                           |
|          |           | C        |                                       | 1                                  |                             |
| 15       | A.P.      | T        |                                       | 1                                  | 1                           |
|          |           | C        |                                       |                                    | 2                           |
| 16       | U.W.      | T        |                                       | 1                                  |                             |
|          |           | C        | 1                                     | 1                                  |                             |
| 17       | K.M.      | T        |                                       | 2                                  |                             |
|          |           | C        |                                       | 1                                  |                             |
| 18       | U.H.      | T        |                                       |                                    | 1                           |
|          |           | C        | 1                                     |                                    | 1                           |
| 19       | G.P.      | T        |                                       | 1                                  |                             |
|          |           | C        | 1                                     | 1                                  |                             |
| 20       | A.K.      | T        | 1;(1)                                 |                                    |                             |
|          |           | C        | 1                                     |                                    |                             |

Tab. 104: Gesamtübersicht Defektart, Patienten- und Füllungsanzahl  
( ) = Füllungsverluste

| Pat.-Nr. | Initialen | Material | nichtkariöser,<br>keilförmiger Defekt | kariöse Kavität<br>schmelzbegrenzt | kariöse Kavität<br>gemischt |
|----------|-----------|----------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 21       | R.F.      | T        | 1                                     |                                    |                             |
|          |           | C        | 1;(1)                                 |                                    |                             |
| 22       | K.M.      | T        |                                       | 2                                  |                             |
|          |           | C        |                                       |                                    | 1                           |
| 23       | G.S.      | T        | (1)                                   |                                    |                             |
|          |           | C        | 1                                     |                                    |                             |
| 24       | I.K.      | T        | 1                                     |                                    | 1                           |
|          |           | C        | 1                                     |                                    | 1                           |
| 25       | C.D.      | T        |                                       |                                    | 1                           |
|          |           | C        |                                       | 1                                  |                             |
| 26       | B.M.      | T        | (2)                                   |                                    |                             |
|          |           | C        | 1                                     |                                    | 1                           |
| 27       | R.K.      | T        | 1                                     |                                    |                             |
|          |           | C        | 1                                     |                                    |                             |
| 28       | K.S.      | T        | 1                                     |                                    |                             |
|          |           | C        | 1                                     | 1                                  |                             |
| 29       | H.D.      | T        |                                       | 1                                  |                             |
|          |           | C        |                                       | 3                                  |                             |
| 30       | W.S.      | T        |                                       |                                    | 1                           |
|          |           | C        |                                       | 1                                  | 1                           |
| 31       | P.A.      | T        |                                       | 1                                  | 1                           |
|          |           | C        |                                       | 1                                  | (1)                         |
| 32       | A.N.      | T        |                                       | 1                                  | (1)                         |
|          |           | C        |                                       |                                    | 1                           |

Tab. 105: Split-mouth-Vergleich bei den keilförmigen Defekten (Farbverhalten)

| Name | Zahn | Material | Farbverhalten |   |   |   |
|------|------|----------|---------------|---|---|---|
|      |      |          | 0             | 1 | 2 | 3 |
| R.K. | 33   | T        |               | I |   |   |
|      | 34   | C        | -             | - | - | - |
| H.R. | 22   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | C        | -             | - | - | - |
| M.K. | 15   | T        | -             | - | - | - |
|      | 25   | C        | -             | - | - | - |
| H.L. | 13   | T        |               | I |   |   |
|      | 14   | C        |               |   |   | I |
|      | 23   | C        |               |   |   | I |
| A.K. | 14   | T        | -             | - | - | - |
|      | 21   | T        | I             |   |   |   |
|      | 11   | C        |               |   |   | I |
| G.S. | 23   | T        | -             | - | - | - |
|      | 14   | C        |               |   | I |   |
| I.K. | 14   | T        |               | I |   |   |
|      | 24   | C        |               |   | I |   |
| B.M. | 44   | T        | -             | - | - | - |
|      | 23   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | C        |               |   |   | I |
| R.K. | 21   | T        |               |   |   | I |
|      | 24   | C        |               | I |   |   |
| K.S. | 34   | T        |               | I |   |   |
|      | 44   | C        | I             |   |   |   |
| U.W. | 21   | T        | I             |   |   |   |
|      | 33   | C        | I             |   |   |   |
|      | 34   | C        | -             | - | - | - |
| R.F. | 23   | T        |               |   |   | I |
|      | 13   | C        | I             |   |   |   |

Tab. 106: Split-mouth-Vergleich bei den keilförmigen Defekten (Abrasion)

| Name | Zahn | Material | Abrasion |   |   |   |
|------|------|----------|----------|---|---|---|
|      |      |          | 0        | 1 | 2 | 3 |
| R.K. | 33   | T        | I        |   |   |   |
|      | 34   | C        | -        | - | - | - |
| H.R. | 22   | T        | -        | - | - | - |
|      | 13   | C        | -        | - | - | - |
| M.K. | 15   | T        | -        | - | - | - |
|      | 25   | C        | -        | - | - | - |
| H.L. | 13   | T        |          |   | I |   |
|      | 14   | C        |          |   | I |   |
|      | 23   | C        |          |   | I |   |
| A.K. | 14   | T        | -        | - | - | - |
|      | 21   | T        | I        |   |   |   |
|      | 11   | C        |          | I |   |   |
| G.S. | 23   | T        | -        | - | - | - |
|      | 14   | C        | I        |   |   |   |
| I.K. | 14   | T        |          | I |   |   |
|      | 24   | C        |          | I |   |   |
| B.M. | 44   | T        | -        | - | - | - |
|      | 23   | T        | -        | - | - | - |
|      | 13   | C        | I        |   |   |   |
| R.K. | 21   | T        | I        |   |   |   |
|      | 24   | C        |          | I |   |   |
| K.S. | 34   | T        | I        |   |   |   |
|      | 44   | C        | I        |   |   |   |
| U.W. | 21   | T        | I        |   |   |   |
|      | 33   | C        | I        |   |   |   |
|      | 34   | C        | -        | - | - | - |
| R.F. | 23   | T        | I        |   |   |   |
|      | 13   | C        | I        |   |   |   |

Tab. 107: Split-mouth-Vergleich bei den keilförmigen Defekten (Randschluss)

| Name | Zahn | Material | Randschluss |   |   |   |
|------|------|----------|-------------|---|---|---|
|      |      |          | 0           | 1 | 2 | 3 |
| R.K. | 33   | T        |             |   | I |   |
|      | 34   | C        | -           | - | - | - |
| H.R. | 22   | T        | -           | - | - | - |
|      | 13   | C        | -           | - | - | - |
| M.K. | 15   | T        | -           | - | - | - |
|      | 25   | C        | -           | - | - | - |
| H.L. | 13   | T        |             |   | I |   |
|      | 14   | C        |             |   | I |   |
|      | 23   | C        |             | I |   |   |
| A.K. | 14   | T        | -           | - | - | - |
|      | 21   | T        | I           |   |   |   |
|      | 11   | C        |             | I |   |   |
| G.S. | 23   | T        | -           | - | - | - |
|      | 14   | C        | I           |   |   |   |
| I.K. | 14   | T        |             | I |   |   |
|      | 24   | C        |             |   | I |   |
| B.M. | 44   | T        | -           | - | - | - |
|      | 23   | T        | -           | - | - | - |
|      | 13   | C        | I           |   |   |   |
| R.K. | 21   | T        | I           |   |   |   |
|      | 24   | C        |             |   | I |   |
| K.S. | 34   | T        |             |   | I |   |
|      | 44   | C        | I           |   |   |   |
| U.W. | 21   | T        | I           |   |   |   |
|      | 33   | C        | I           |   |   |   |
|      | 34   | C        | -           | - | - | - |
| R.F. | 23   | T        | I           |   |   |   |
|      | 13   | C        |             |   | I |   |

Tab. 108: Split-mouth-Vergleich bei den keilförmigen Defekten (Stufenbildung)

| Name | Zahn | Material | Stufenbildung |   |   |   |
|------|------|----------|---------------|---|---|---|
|      |      |          | 0             | 1 | 2 | 3 |
| R.K. | 33   | T        |               |   | I |   |
|      | 34   | C        | -             | - | - | - |
| H.R. | 22   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | C        | -             | - | - | - |
| M.K. | 15   | T        | -             | - | - | - |
|      | 25   | C        | -             | - | - | - |
| H.L. | 13   | T        |               |   | I |   |
|      | 14   | C        |               |   | I |   |
|      | 23   | C        |               |   | I |   |
| A.K. | 14   | T        | -             | - | - | - |
|      | 21   | T        | I             |   |   |   |
|      | 11   | C        |               | I |   |   |
| G.S. | 23   | T        | -             | - | - | - |
|      | 14   | C        |               | I |   |   |
| I.K. | 14   | T        |               |   | I |   |
|      | 24   | C        |               | I |   |   |
| B.M. | 44   | T        | -             | - | - | - |
|      | 23   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | C        | I             |   |   |   |
| R.K. | 21   | T        | I             |   |   |   |
|      | 24   | C        |               |   |   | I |
| K.S. | 34   | T        |               | I |   |   |
|      | 44   | C        | I             |   |   |   |
| U.W. | 21   | T        | I             |   |   |   |
|      | 33   | C        | I             |   |   |   |
|      | 34   | C        | -             | - | - | - |
| R.F. | 23   | T        | I             |   |   |   |
|      | 13   | C        |               | I |   |   |

Tab. 109: Split-mouth-Vergleich bei den keilförmigen Defekten (Verfärbungen des Füllungsrandes)

| Name | Zahn | Material | Randverfärbungen |   |   |   |
|------|------|----------|------------------|---|---|---|
|      |      |          | 0                | 1 | 2 | 3 |
| R.K. | 33   | T        |                  |   | I |   |
|      | 34   | C        | -                | - | - | - |
| H.R. | 22   | T        | -                | - | - | - |
|      | 13   | C        | -                | - | - | - |
| M.K. | 15   | T        | -                | - | - | - |
|      | 25   | C        | -                | - | - | - |
| H.L. | 13   | T        |                  | I |   |   |
|      | 14   | C        |                  |   | I |   |
|      | 23   | C        |                  | I |   |   |
| A.K. | 14   | T        | -                | - | - | - |
|      | 21   | T        | I                |   |   |   |
|      | 11   | C        | I                |   |   |   |
| G.S. | 23   | T        | -                | - | - | - |
|      | 14   | C        |                  | I |   |   |
| I.K. | 14   | T        |                  | I |   |   |
|      | 24   | C        |                  |   | I |   |
| B.M. | 44   | T        | -                | - | - | - |
|      | 23   | T        | -                | - | - | - |
|      | 13   | C        |                  | I |   |   |
| R.K. | 21   | T        |                  | I |   |   |
|      | 24   | C        |                  |   | I |   |
| K.S. | 34   | T        |                  |   | I |   |
|      | 44   | C        |                  |   | I |   |
| U.W. | 21   | T        | I                |   |   |   |
|      | 33   | C        | I                |   |   |   |
|      | 34   | C        | -                | - | - | - |
| R.F. | 23   | T        |                  | I |   |   |
|      | 13   | C        |                  | I |   |   |



Tab. 110: Split-mouth-Vergleich bei den kariösen Läsionen (Farbverhalten)

| Name | Zahn | Material | Farbverhalten |   |   |   |
|------|------|----------|---------------|---|---|---|
|      |      |          | 0             | 1 | 2 | 3 |
| T.M. | 12   | T        |               | I |   |   |
|      | 22   | C        |               |   | I |   |
| R.B. | 13   | T        |               | I |   |   |
|      | 24   | T        | -             | - | - | - |
|      | 23   | C        |               | I |   |   |
| G.B. | 15   | T        | I             |   |   |   |
|      | 14   | C        |               |   | I |   |
| B.P. | 22   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | C        |               | I |   |   |
|      | 23   | C        |               | I |   |   |
| A.S. | 33   | T        |               | I |   |   |
|      | 32   | C        |               |   | I |   |
|      | 44   | C        |               | I |   |   |
| R.W. | 11   | T        |               | I |   |   |
|      | 21   | T        |               | I |   |   |
|      | 23   | C        |               |   |   | I |
|      | 24   | C        |               |   | I |   |
| M.L. | 14   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | T        | I             |   |   |   |
|      | 34   | C        | I             |   |   |   |
| M.B. | 43   | T        | I             |   |   |   |
|      | 33   | C        |               | I |   |   |
| S.H. | 14   | T        |               | I |   |   |
|      | 23   | T        |               |   | I |   |
|      | 13   | C        | I             |   |   |   |
| A.P. | 34   | T        |               |   |   | I |
|      | 43   | T        |               |   |   | I |
|      | 33   | C        | I             |   |   |   |
|      | 44   | C        |               |   |   | I |
| U.W. | 12   | T        | I             |   |   |   |
|      | 22   | C        | I             |   |   |   |
| K.M. | 13   | T        | I             |   |   |   |
|      | 23   | T        |               | I |   |   |
|      | 24   | C        |               | I |   |   |
| U.H. | 45   | T        | I             |   |   |   |
|      | 44   | C        |               |   | I |   |
| G.P. | 22   | T        |               | I |   |   |
|      | 23   | C        | I             |   |   |   |

| Name | Zahn | Material | Farbverhalten |   |   |   |
|------|------|----------|---------------|---|---|---|
|      |      |          | 0             | 1 | 2 | 3 |
| K.M. | 42   | T        |               | I |   |   |
|      | 45   | T        |               | I |   |   |
|      | 44   | C        |               | I |   |   |
| I.K. | 13   | T        |               |   |   | I |
|      | 23   | C        |               |   |   | I |
| C.D. | 44   | T        | I             |   |   |   |
|      | 13   | C        |               | I |   |   |
| H.D. | 21   | T        | I             |   |   |   |
|      | 23   | T        | I             |   |   |   |
|      | 12   | C        | I             |   |   |   |
|      | 13   | C        | I             |   |   |   |
| W.S. | 24   | T        |               | I |   |   |
|      | 23   | C        |               |   | I |   |
|      | 44   | C        |               | I |   |   |
| P.A. | 14   | T        | I             |   |   |   |
|      | 22   | T        | I             |   |   |   |
|      | 15   | C        | -             | - | - | - |
|      | 23   | C        | I             |   |   |   |
| A.N. | 24   | T        | -             | - | - | - |
|      | 23   | T        | I             |   |   |   |
|      | 14   | C        |               |   | I |   |

Tab. 111: Split-mouth-Vergleich bei den kariösen Läsionen (Abrasion)

| Name | Zahn | Material | Abrasion |   |   |   |
|------|------|----------|----------|---|---|---|
|      |      |          | 0        | 1 | 2 | 3 |
| T.M. | 12   | T        | I        |   |   |   |
|      | 22   | C        | I        |   |   |   |
| R.B. | 13   | T        |          |   | I |   |
|      | 24   | T        | -        | - | - | - |
|      | 23   | C        |          | I |   |   |
| G.B. | 15   | T        | I        |   |   |   |
|      | 14   | C        |          |   | I |   |
| B.P. | 22   | T        | -        | - | - | - |
|      | 13   | C        |          | I |   |   |
|      | 23   | C        | I        |   |   |   |
| A.S. | 33   | T        |          |   | I |   |
|      | 32   | C        | I        |   |   |   |
|      | 44   | C        | I        |   |   |   |
| R.W. | 11   | T        |          | I |   |   |
|      | 21   | T        | I        |   |   |   |
|      | 23   | C        |          | I |   |   |
|      | 24   | C        |          | I |   |   |
| M.L. | 14   | T        | -        | - | - | - |
|      | 13   | T        | I        |   |   |   |
|      | 34   | C        |          | I |   |   |
| M.B. | 43   | T        | I        |   |   |   |
|      | 33   | C        | I        |   |   |   |
| S.H. | 14   | T        | I        |   |   |   |
|      | 23   | T        | I        |   |   |   |
|      | 13   | C        |          | I |   |   |
| A.P. | 34   | T        | I        |   |   |   |
|      | 43   | T        |          |   | I |   |
|      | 33   | C        | I        |   |   |   |
|      | 44   | C        | I        |   |   |   |
| U.W. | 12   | T        |          | I |   |   |
|      | 22   | C        | I        |   |   |   |
| K.M. | 13   | T        |          |   | I |   |
|      | 23   | T        | I        |   |   |   |
|      | 24   | C        |          | I |   |   |
| U.H. | 45   | T        | I        |   |   |   |
|      | 44   | C        | I        |   |   |   |
| G.P. | 22   | T        | I        |   |   |   |
|      | 23   | C        | I        |   |   |   |

| Name | Zahn | Material | Abrasion |   |   |   |
|------|------|----------|----------|---|---|---|
|      |      |          | 0        | 1 | 2 | 3 |
| K.M. | 42   | T        | I        |   |   |   |
|      | 45   | T        |          |   | I |   |
|      | 44   | C        | I        |   |   |   |
| I.K. | 13   | T        | I        |   |   |   |
|      | 23   | C        | I        |   |   |   |
| C.D. | 44   | T        | I        |   |   |   |
|      | 13   | C        |          | I |   |   |
| H.D. | 21   | T        | I        |   |   |   |
|      | 23   | T        | I        |   |   |   |
|      | 12   | C        | I        |   |   |   |
|      | 13   | C        | I        |   |   |   |
| W.S. | 24   | T        |          | I |   |   |
|      | 23   | C        |          |   | I |   |
|      | 44   | C        | I        |   |   |   |
| P.A. | 14   | T        | I        |   |   |   |
|      | 22   | T        | I        |   |   |   |
|      | 15   | C        | -        | - | - | - |
|      | 23   | C        |          | I |   |   |
|      | 24   | T        | -        | - | - | - |
| A.N. | 24   | T        | -        | - | - | - |
|      | 23   | T        |          | I |   |   |
|      | 14   | C        |          |   |   | I |

Tab. 112: Split-mouth-Vergleich bei den kariösen Läsionen (Randschluss)

| Name | Zahn | Material | Randschluss |   |   |   |
|------|------|----------|-------------|---|---|---|
|      |      |          | 0           | 1 | 2 | 3 |
| T.M. | 12   | T        | I           |   |   |   |
|      | 22   | C        | I           |   |   |   |
| R.B. | 13   | T        |             | I |   |   |
|      | 24   | T        | -           | - | - | - |
|      | 23   | C        |             |   | I |   |
| G.B. | 15   | T        |             | I |   |   |
|      | 14   | C        |             |   | I |   |
| B.P. | 22   | T        | -           | - | - | - |
|      | 13   | C        |             | I |   |   |
|      | 23   | C        |             | I |   |   |
| A.S. | 33   | T        |             |   | I |   |
|      | 32   | C        |             | I |   |   |
|      | 44   | C        | I           |   |   |   |
| R.W. | 11   | T        |             | I |   |   |
|      | 21   | T        |             | I |   |   |
|      | 23   | C        |             | I |   |   |
|      | 24   | C        |             |   | I |   |
| M.L. | 14   | T        | -           | - | - | - |
|      | 13   | T        | I           |   |   |   |
|      | 34   | C        |             | I |   |   |
| M.B. | 43   | T        |             |   | I |   |
|      | 33   | C        | I           |   |   |   |
| S.H. | 14   | T        |             |   | I |   |
|      | 23   | T        |             | I |   |   |
|      | 13   | C        |             | I |   |   |
| A.P. | 34   | T        |             | I |   |   |
|      | 43   | T        |             | I |   |   |
|      | 33   | C        |             | I |   |   |
|      | 44   | C        | I           |   |   |   |
| U.W. | 12   | T        |             | I |   |   |
|      | 22   | C        | I           |   |   |   |
| K.M. | 13   | T        |             | I |   |   |
|      | 23   | T        | I           |   |   |   |
|      | 24   | C        |             | I |   |   |
| U.H. | 45   | T        |             |   | I |   |
|      | 44   | C        |             |   | I |   |
| G.P. | 22   | T        | I           |   |   |   |
|      | 23   | C        | I           |   |   |   |

| Name | Zahn | Material | Randschluss |   |   |   |
|------|------|----------|-------------|---|---|---|
|      |      |          | 0           | 1 | 2 | 3 |
| K.M. | 42   | T        | I           |   |   |   |
|      | 45   | T        |             |   | I |   |
|      | 44   | C        |             | I |   |   |
| I.K. | 13   | T        | I           |   |   |   |
|      | 23   | C        | I           |   |   |   |
| C.D. | 44   | T        | I           |   |   |   |
|      | 13   | C        |             |   | I |   |
| H.D. | 21   | T        |             | I |   |   |
|      | 23   | T        |             | I |   |   |
|      | 12   | C        | I           |   |   |   |
|      | 13   | C        |             | I |   |   |
| W.S. | 24   | T        |             |   | I |   |
|      | 23   | C        |             |   | I |   |
|      | 44   | C        | I           |   |   |   |
| P.A. | 14   | T        | I           |   |   |   |
|      | 22   | T        | I           |   |   |   |
|      | 15   | C        | -           | - | - | - |
|      | 23   | C        | I           |   |   |   |
|      | 24   | C        |             |   |   |   |
| A.N. | 24   | T        | -           | - | - | - |
|      | 23   | T        | I           |   |   |   |
|      | 14   | C        |             |   | I |   |

Tab. 113: Split-mouth-Vergleich bei den kariösen Läsionen (Stufenbildung)

| Name | Zahn | Material | Stufenbildung |   |   |   |
|------|------|----------|---------------|---|---|---|
|      |      |          | 0             | 1 | 2 | 3 |
| T.M. | 12   | T        | I             |   |   |   |
|      | 22   | C        | I             |   |   |   |
| R.B. | 13   | T        |               |   | I |   |
|      | 24   | T        | -             | - | - | - |
|      | 23   | C        |               |   | I |   |
| G.B. | 15   | T        |               | I |   |   |
|      | 14   | C        |               |   | I |   |
| B.P. | 22   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | C        |               |   | I |   |
|      | 23   | C        |               |   | I |   |
| A.S. | 33   | T        |               |   | I |   |
|      | 32   | C        |               |   | I |   |
|      | 44   | C        | I             |   |   |   |
| R.W. | 11   | T        |               | I |   |   |
|      | 21   | T        |               | I |   |   |
|      | 23   | C        |               |   |   | I |
|      | 24   | C        |               |   |   | I |
| M.L. | 14   | T        | -             | - | - | - |
|      | 13   | T        | I             |   |   |   |
|      | 34   | C        |               |   | I |   |
| M.B. | 43   | T        |               | I |   |   |
|      | 33   | C        | I             |   |   |   |
| S.H. | 14   | T        |               | I |   |   |
|      | 23   | T        |               | I |   |   |
|      | 13   | C        |               | I |   |   |
| A.P. | 34   | T        |               | I |   |   |
|      | 43   | T        |               |   |   | I |
|      | 33   | C        |               | I |   |   |
|      | 44   | C        | I             |   |   |   |
| U.W. | 12   | T        |               |   | I |   |
|      | 22   | C        | I             |   |   |   |
| K.M. | 13   | T        |               |   | I |   |
|      | 23   | T        | I             |   |   |   |
|      | 24   | C        |               |   | I |   |
| U.H. | 45   | T        |               | I |   |   |
|      | 44   | C        |               | I |   |   |
| G.P. | 22   | T        | I             |   |   |   |
|      | 23   | C        | I             |   |   |   |

| Name | Zahn | Material | Stufenbildung |   |   |   |
|------|------|----------|---------------|---|---|---|
|      |      |          | 0             | 1 | 2 | 3 |
| K.M. | 42   | T        | I             |   |   |   |
|      | 45   | T        |               |   | I |   |
|      | 44   | C        |               | I |   |   |
| I.K. | 13   | T        | I             |   |   |   |
|      | 23   | C        | I             |   |   |   |
| C.D. | 44   | T        | I             |   |   |   |
|      | 13   | C        |               |   | I |   |
| H.D. | 21   | T        |               |   | I |   |
|      | 23   | T        |               | I |   |   |
|      | 12   | C        | I             |   |   |   |
|      | 13   | C        |               | I |   |   |
| W.S. | 24   | T        |               |   |   | I |
|      | 23   | C        |               |   | I |   |
|      | 44   | C        | I             |   |   |   |
| P.A. | 14   | T        | I             |   |   |   |
|      | 22   | T        | I             |   |   |   |
|      | 15   | C        | -             | - | - | - |
|      | 23   | C        | I             |   |   |   |
| A.N. | 24   | T        | -             | - | - | - |
|      | 23   | T        | I             |   |   |   |
|      | 14   | C        |               |   | I |   |

Tab. 114: Split-mouth-Vergleich bei den kariösen Läsionen  
(Verfärbungen des Füllungsrandes)

| Name | Zahn | Material | Randverfärbungen |   |   |   |
|------|------|----------|------------------|---|---|---|
|      |      |          | 0                | 1 | 2 | 3 |
| T.M. | 12   | T        | I                |   |   |   |
|      | 22   | C        | I                |   |   |   |
| R.B. | 13   | T        |                  |   | I |   |
|      | 24   | T        | -                | - | - | - |
|      | 23   | C        |                  |   | I |   |
| G.B. | 15   | T        |                  | I |   |   |
|      | 14   | C        |                  |   | I |   |
| B.P. | 22   | T        | -                | - | - | - |
|      | 13   | C        |                  | I |   |   |
|      | 23   | C        |                  |   | I |   |
| A.S. | 33   | T        |                  | I |   |   |
|      | 32   | C        |                  |   | I |   |
|      | 44   | C        | I                |   |   |   |
| R.W. | 11   | T        |                  | I |   |   |
|      | 21   | T        |                  | I |   |   |
|      | 23   | C        |                  |   | I |   |
|      | 24   | C        |                  | I |   |   |
| M.L. | 14   | T        | -                | - | - | - |
|      | 13   | T        | I                |   |   |   |
|      | 34   | C        |                  | I |   |   |
| M.B. | 43   | T        | I                |   |   |   |
|      | 33   | C        | I                |   |   |   |
| S.H. | 14   | T        | I                |   |   |   |
|      | 23   | T        | I                |   |   |   |
|      | 13   | C        | I                |   |   |   |
| A.P. | 34   | T        |                  | I |   |   |
|      | 43   | T        |                  |   | I |   |
|      | 33   | C        |                  | I |   |   |
|      | 44   | C        | I                |   |   |   |
| U.W. | 12   | T        |                  | I |   |   |
|      | 22   | C        | I                |   |   |   |
| K.M. | 13   | T        |                  | I |   |   |
|      | 23   | T        |                  | I |   |   |
|      | 24   | C        |                  | I |   |   |
| U.H. | 45   | T        | I                |   |   |   |
|      | 44   | C        | I                |   |   |   |
| G.P. | 22   | T        |                  | I |   |   |
|      | 23   | C        |                  | I |   |   |

| Name | Zahn | Material | Randverfärbungen |   |   |   |
|------|------|----------|------------------|---|---|---|
|      |      |          | 0                | 1 | 2 | 3 |
| K.M. | 42   | T        |                  | I |   |   |
|      | 45   | T        |                  |   | I |   |
|      | 44   | C        |                  | I |   |   |
| I.K. | 13   | T        | I                |   |   |   |
|      | 23   | C        | I                |   |   |   |
| C.D. | 44   | T        | I                |   |   |   |
|      | 13   | C        |                  |   | I |   |
| H.D. | 21   | T        |                  | I |   |   |
|      | 23   | T        | I                |   |   |   |
|      | 12   | C        |                  | I |   |   |
|      | 13   | C        |                  | I |   |   |
| W.S. | 24   | T        |                  | I |   |   |
|      | 23   | C        |                  | I |   |   |
|      | 44   | C        | I                |   |   |   |
| P.A. | 14   | T        | I                |   |   |   |
|      | 22   | T        |                  | I |   |   |
|      | 15   | C        | -                | - | - | - |
|      | 23   | C        |                  | I |   |   |
| A.N. | 24   | T        | -                | - | - | - |
|      | 23   | T        | I                |   |   |   |
|      | 14   | C        | I                |   |   |   |

## **Danksagung**

An dieser Stelle ist es mir ein besonderes Bedürfnis, Frau Prof. Dr. med. habil. I. Hoyer für die Vergabe dieses interessanten Themas sowie für die engagierte fachliche Beratung bei der Bearbeitung zu danken.

Weiterhin danke ich Frau OÄ Dr. R. Montag für ihre fachliche Unterstützung sowie Frau Dr. U. Kraft für die Hilfe bei der Erstellung der Kunstharzmodelle.

Ebenfalls danke ich Herrn W. Dietz für die Unterstützung bei der Durchführung der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen. Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern für die Bereitstellung ihrer Praxisräume für die Durchführung der klinischen Untersuchungen und die Schaffung des zeitlichen Hintergrunds für die Bearbeitung der Dissertation, meiner Schwester sowie meinem Mann Patrick Wolter für die familiäre Unterstützung in den letzten Jahren.

Naumburg, den 30.04.2004

Juliane Engelmann

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Frau Professor Dr. I. Hoyer, Frau Oberärztin Dr. R. Montag, Frau Dr. U. Kraft, Herr W. Dietz,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Naumburg, den 30.04.2004